

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-333047

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

G02B 21/22

A61B 19/00

G02B 13/24

G02B 21/18

G02B 21/36

G02B 23/26

(21)Application number : 09-353354

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 22.12.1997

(72)Inventor : MORITA KAZUO

(30)Priority

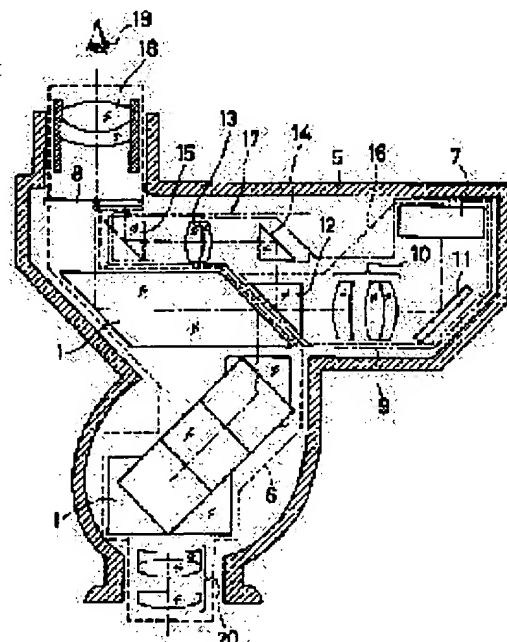
Priority number : 09 85286 Priority date : 03.04.1997 Priority country : JP

## (54) MICROSCOPE FOR SURGERY

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a compact microscope for surgery in which an observation image obtained by an endoscope optical system when the eyepiece image surface of the microscope for surgery is moved in company with an interpupillary adjustment is followed up and projected and the observation images of the microscope for surgery and of the endoscope can be always simultaneously observed through an eyepiece optical system of the microscope for surgery regardless of the interpupillary adjustment and whose workability is excellent.

**SOLUTION:** A microscope for surgery is provided with an image projection optical system 9 guiding an observation image obtained by an endoscope optical system being different from a microscope optical system for surgery to an eyepiece optical system 18 of the microscope for surgery and can observe simultaneously the observation images of the microscope for surgery and of the endoscope. The optical system 9 is constituted of a collimate optical system 11 and an image forming optical system 13. By the optical system 11, luminous flux emitted from the observation image obtained by the endoscope optical system is collimated and made into the afocal luminous flux. By the optical system 13, the image of the afocal luminous flux emitted from the optical system 11 is formed on the eyepiece image surface of the microscope optical system for surgery. Besides, the optical system 13 is constituted so that the aperture thereof is moved at least within a range that the afocal luminous flux can be fetched.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-333047

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 B 21/22  
A 6 1 B 19/00  
G 0 2 B 13/24  
21/18  
21/36

識別記号

5 0 8

F I

G 0 2 B 21/22

A 6 1 B 19/00

G 0 2 B 13/24

21/18

21/36

5 0 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-353354

(22) 出願日 平成9年(1997)12月22日

(31) 優先権主張番号 特願平9-85286

(32) 優先日 平9(1997)4月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 森田 和雄

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

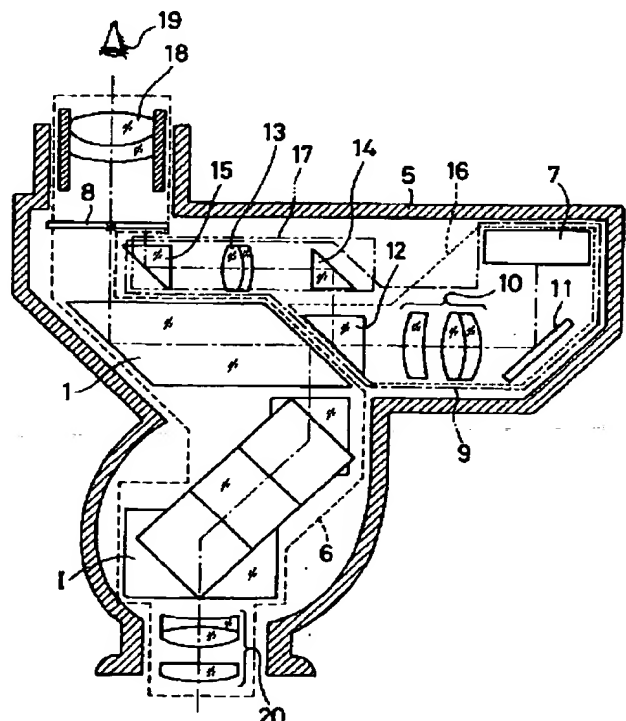
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司

(54) 【発明の名称】 手術用顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 眼幅調整に伴う手術用顕微鏡の接眼像面移動に内視鏡光学系により得られる観察像を追従して投影させ、眼幅調整によらず、常に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系を介して同時に観察可能で、かつ、作業性の良い小型の手術用顕微鏡を提供する。

【解決手段】 手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系18へ導く画像投映光学系9を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、画像投影光学系9は、コリメート光学系11と結像光学系13とからなり、コリメート光学系11は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系13は、コリメート光学系11より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、かつ、結像光学系13は、その開口がアフォーカル光束を取り込む範囲内で少なくとも移動するように構成されている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、

コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、

かつ、前記結像光学系は、その開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で少なくとも移動することを特徴とする手術用顕微鏡。

【請求項 2】 手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、

コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、

かつ、画像投影光学系のコリメート光学系と結像光学系の間を結ぶアフォーカル光束の光軸は、内視鏡光学系による観察像を投影するさきの手術用顕微鏡接眼光学系が眼幅調整によってスライドする方向と平行であり、前記結像光学系はその開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で、かつ、前記アフォーカル光束の光軸と平行方向に移動することを特徴とする手術用顕微鏡。

【請求項 3】 手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、

コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、

かつ、画像投影光学系のコリメート光学系と結像光学系の間を結ぶアフォーカル光束の光軸は、内視鏡光学系による術部観察像を投影するさきの手術用顕微鏡接眼光学系が眼幅調整によってシフトする方向に対して垂直であり、前記結像光学系はその開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で、かつ、前記アフォーカル光束の

光軸と垂直な面内に移動することを特徴とする手術用顕微鏡。

【請求項 4】 手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、手術用顕微鏡光学系のうち、双眼鏡筒部光学系内に光束進行方向転換素子として、プリズム内で 3 回反射する台形プリズムを少なくとも左右 1 対配置したことを特徴とする手術用顕微鏡。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、内視鏡観察を併用する場合に好適な手術用顕微鏡に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来より手術用顕微鏡は、脳神経外科、耳鼻咽喉科、眼科等の外科手術に用いる術部を観察者が拡大観察することによって、手術の能率を向上させる等の重要な役割を果たしている。さらに、近年ではより手術を低侵襲に行うため、従来、手術用顕微鏡観察下のみで行っていた手術に内視鏡観察が併用されており、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像を同時に観察できることが望まれている。従来、このような手術用顕微鏡と内視鏡との組み合わせにおいては、特開昭 6 2 - 1 6 6 3 1 0 号公報にあるような顕微鏡では、観察不可能な細穴部内の観察を行うために、固体撮像素子を搭載した立体観察用内視鏡を実体顕微鏡に移動自在に設け、さらに、前記固体撮像素子からの画像を映し出すための画像再生手段と、画像再生手段上の画像を接眼光学系に導く画像投影手段を有し、接眼光学系を共用し、実体顕微鏡観察像と、内視鏡観察像の同時観察が行えるようにしたものが知られている。

【0003】しかし、前記特開昭 6 2 - 1 6 6 3 1 0 号公報の技術は、手術用顕微鏡の眼幅調整に伴う接眼像面の移動に対する課題に関して全く触れられておらず、現実的な手術用顕微鏡への採用手段が無い。前記眼幅調整とは、手術用顕微鏡の左右接眼像面から左右接眼レンズまでを互いに移動させ、観察者の左右瞳孔間隔に、手術用顕微鏡の左右アイポイント間隔を合わせる調整機構であり、全ての手術用顕微鏡が搭載している調整機構である。特開昭 6 2 - 1 6 6 3 1 0 号公報内の技術のみで実際に眼幅調整を行うとすると、眼幅調整に伴う接眼光学系の移動に前記画像再生手段上の観察像の投影を追従させるために、前記画像再生手段から前記画像投影手段までを接眼像面の移動と一体に移動させなければならない。このことは、手術用顕微鏡ハウジング内にこれら移動する光学系や各素子の移動分のスペースまで必要となるため、手術用顕微鏡ハウジングは非常に大型化してしまう。手術用顕微鏡においは、作業性向上のため手術用顕微鏡全体としての小型化は必須であり、前記特開昭 6

2-166310号公報の技術での小型化は不可能であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、眼幅調整に伴う手術用顕微鏡の接眼像面移動に内視鏡光学系により得られる観察像を追従して投影させ、眼幅調整によらず、常に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系を介して同時に観察可能で、かつ、作業性の良い小型手術用顕微鏡を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の手術用顕微鏡によれば、手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投映光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、かつ、前記結像光学系は、その開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で少なくとも移動することを特徴としている。

【0006】この構成によれば、眼幅調整により移動してしまう接眼光学系の接眼像面に対し、内視鏡光学系による観察像を追従して投影することができる。よって、観察者に眼幅調整によらず常に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像の同時観察を提供することができる。さらに、前記コリメート光学系は、手術用顕微鏡の眼幅調整に対して不動であり、手術用顕微鏡ハウジング内に前記コリメート光学系の移動スペースを設ける必要がないため、手術用顕微鏡の小型化が図れる。さらに、画像投影光学系と手術用顕微鏡光学系は、互いに独立して、互いを構成する光学素子を共用することはない。よって、互いの光学系が作る観察像を劣化しあうことがないため、両観察像をクリアに保つことができる。

【0007】また、請求項2に記載の手術用顕微鏡は、手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投映光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、かつ、画像投影光学系のコリメート光学系と

結像光学系の間を結ぶアフォーカル光束の光軸は、内視鏡光学系による観察像を投影する先の手術用顕微鏡接眼光学系が眼幅調整によってスライドする方向と平行であり、前記結像光学系はその開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で、かつ、前記アフォーカル光束の光軸と平行方向に移動することを特徴としている。

【0008】この構成の画像投影光学系は、イエンチタイプ of 眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡に非常に適しており、眼幅調整によりスライドしてしまう接眼光学系の接眼像面に内視鏡光学系による観察像を追従して投影することができる。よって、観察者に眼幅調整によらず常に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像の同時観察を提供することができる。さらに、前記コリメート光学系は手術用顕微鏡の眼幅調整に対して不動であり、手術用顕微鏡ハウジング内に前記コリメート光学系の移動スペースを設ける必要がないため、手術用顕微鏡の小型化が図れる。さらに、画像投影光学系と手術用顕微鏡光学系は互いに独立して、互いに構成する光学素子を共用することはない。よって、互いの光学系が作る観察像を劣化しあうことがないため、両観察像をクリアに保つことができる。

【0009】また、請求項3に記載の手術用顕微鏡によれば、手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投映光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、かつ、画像投影光学系のコリメート光学系と結像光学系の間を結ぶアフォーカル光束の光軸は、内視鏡光学系による術部観察を投影する先の手術用顕微鏡接眼光学系が眼幅調整によってシフトする方向に対して垂直であり、前記結像光学系はその開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で、かつ、前記アフォーカル光束の光軸と垂直な面内に移動することを特徴としている。

【0010】この構成の画像投影光学系は、ジータントップタイプの眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡に非常に適しており、眼幅調整によりシフトしてしまう接眼光学系の接眼像面に内視鏡光学系による観察像を追従して投影することができる。よって、観察者に眼幅調整によらず常に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像の同時観察を提供することができる。さらに、前記コリメート光学系は、手術用顕微鏡の眼幅調整に対して不動であり、手術用顕微鏡ハウジング内に前記コリメート光学系の移動スペースを設ける必要がないため、手術用顕微鏡の小型化が図れる。さらに、画像投影光学系と手術用顕微鏡光

光学系は、互いに独立していて、互いを構成する光学素子を共用することはない。よって、互いの光学系が作る観察像を劣化しあうことがないため、両観察像をクリアに保つことができる。

【0011】また、請求項4に記載の手術用顕微鏡は、手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、手術用顕微鏡光学系のうち、双眼鏡筒部光学系内に光束進行方向転換素子として、プリズム内で3回反射する台形プリズムを少なくとも左右1対配置することを特徴としている。画像投影光学系を内蔵する手術用顕微鏡は小型化のため、画像投影光学系の小型化は勿論のこと、手術用顕微鏡光学系の小型化も図らねばならない。よって、前記構成であれば、同じ目的を達成するためのプリズム内で2回反射する台形プリズム(図20(a))に比べて厚さ方向の小型化が達成でき、画像投影光学系に隣接して配置する手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系の小型化が可能となるため、手術用顕微鏡観察像及び内視鏡観察像の両観察像を同時観察可能な小型の手術用顕微鏡を提供することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

#### 第1実施例

図1は、手術用顕微鏡の第1実施例であって、手術用顕微鏡における双眼鏡筒部の光学系の構成を側面から見た概略構成図である。また、図2は、図1における接眼光学系を示す説明図である。以下、図1及び図2を用いて、第1実施例における手術用顕微鏡の双眼鏡筒部の光学系の構成について説明する。図1及び図2において、1は平行四辺形プリズム、2は平行四辺形プリズムへの入射光軸、3は接眼光学系、4はアイポイント、5は手術用顕微鏡双眼鏡筒ハウジング、6は手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系、7は電子画像を表示する小型LCD、8は右眼用接眼像面、9は画像投影光学系、10はコリメート光学系、11はミラー、12はプリズム、13は結像光学系、14はプリズム、15はプリズム、16は双眼鏡筒部の眼幅調整に対して不動な固定部、17は双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動する接眼像面と一体となって移動する移動部、18は接眼光学系、19は観察者の瞳孔、20は双眼鏡筒部光学系の結像光学系、Iはイメージローテーターを夫々示している。

【0013】図1における手術用顕微鏡双眼鏡筒部の眼幅調整は、図2に示すように手術用顕微鏡の双眼鏡筒部光学系の左右の平行四辺形プリズム1を平行四辺形プリズム1の入射光軸2を回転軸として左右対称に回転させることで平行四辺形プリズム1の射出側に配置して左右の接眼光学系3間の距離を変化させ、左右のアイポイント4の間隔aを調整するジータントップ方式を用いている。また、図1において、手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハ

ウジング5内には、双眼鏡筒部光学系6と、電子画像を表示する小型LCD7と、小型LCD7から射出する光束を右眼用接眼像面8へと導き結像する画像投影光学系9が配置されている。前記画像投影光学系9は、小型LCD7から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とするコリメート光学系10と、コリメート光学系10から射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡の右眼用接眼像面8上へ結像する結像光学系13とからなり、前記コリメート光学系10は、小型LCD7、ミラー11、プリズム12と共に双眼鏡筒部の眼幅調整に対して不動な固定部16を構成している。

【0014】また、前記結像光学系13は、プリズム14、15と共に双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動する右眼用接眼像面8と一体となって移動する移動部17を構成している。前記画像投影光学系の固定部16と移動部17を結ぶ光束は、アフォーカル光束となっているため、画像投影光学系は移動部の開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で、双眼鏡筒部の眼幅調整に伴いシフトしても、小型LCD上の電子画像を常に接眼像面8上に投影することができる。よって、観察者は右眼の手術用顕微鏡の接眼光学系によって得られる観察視野内に小型LCD上の電子画像を観察する事ができる。

【0015】図3(a)(b)は、上記した構成における光学的原理を示す説明図であって、(a)は結像光学系が光軸上に配置されていることを示し、(b)は結像光学系が光軸に対して垂直な面内にシフトしていることを示している。以下、図3(a)(b)を用いて、第1実施例における上記構成の画像投影光学系の光学的原理について説明する。図3において、21は小型LCD、22は小型LCDを射出した光束、23は画像投影光学系固定部、24はコリメート光学系、25はアフォーカル光束、26は画像投影光学系移動部、27はアフォーカル光束の光軸、28は接眼像面、29は結像光学系を夫々示す。図3(a)において、小型LCD21を射出した光束22は画像投影光学系固定部23のコリメート光学系24を通過し、アフォーカル光束25となる。ここで、前記固定部を構成する各光学素子は、画像投影光学系移動部26の移動範囲をカバーする大きさを有しているため、前記アフォーカル光束25の幅bも前記画像投影光学系移動部26の移動範囲をカバーしている。よって、図3(b)のように、前記移動部26内の結像光学系29は自身が前記アフォーカル光束25の光軸27に対して垂直な面内にシフトしても常に小型LCD21からの光束を同条件で受けることができ、また、接眼像面28も結像光学系29と一体となってシフトしているため、常に結像光学系29は接眼像面28上の固定位置への電子画像の結像を行っている。

【0016】図4は、第1実施例に用いる画像投影光学系のプリズムやミラーによる光束の反射状態を示す説明図である。以下、図4を用いて、第1実施例に用いる画

像投影光学系のプリズムやミラーによる光束の反射状態について説明する。図4において、30はプリズム、31はプリズム、32は接眼像面、33は平行四辺形プリズムの入射光軸、34は小型LCD、35は投影画像を夫々示す。図4において、前記画像投影光学系9の移動部の2つのプリズム30、31は、2回反射で画像投影光学系9の固定部を射出する光束を進行方向を変えることなく、シフトのみで接眼像面32へ到達するように構成されている。このような構成であれば、画像投影光学系9の移動部が接眼像面32と一体となって平行四辺形プリズムの入射光軸33を回転軸として回転しても接眼像面32に投影する小型LCD34上の電子画像は回転してしまわない。その他、プリズム、ミラーも図4に示す構成としているため、常に接眼像面32上に小型LCD34上の電子画像を正しい向きで投映することができる。

【0017】図5は、第1実施例において、図1乃至図4で用いた手術用顕微鏡にCCDを搭載した内視鏡を併用させた場合を示す概念図である。以下、第1実施例において、上記構成の手術用顕微鏡にCCDを搭載した内視鏡を併用させた場合について説明する。図5において、36は手術用顕微鏡では観察不可能な細穴部内、37はCCDを搭載した内視鏡、38は手術用顕微鏡の右眼用接眼光学系で得られる観察視野、39は手術用顕微鏡観察像、40は内視鏡観察像、41はカメラコントロールユニット、42は内視鏡用光源、43は内視鏡用CCDカメラアダプター、44は手術用顕微鏡用光源、45はケーブル、46はライトガイド、47はライトガイド、48は手術用顕微鏡双眼鏡筒、49は手術用顕微鏡本体、50は観察者、51は術部を夫々示す。図5において、前記手術用顕微鏡49では観察不可能な術部中の細穴部内36を観察するために、CCDを搭載した内視鏡37を併用し、このCCDを搭載した内視鏡37により撮像した電子画像を前記画像投影光学系9（図1、3及び4）の前記小型LCD34（図4）に表示することで、手術用顕微鏡49の双眼鏡筒部48の眼幅調整に伴い移動する右眼用接眼像面上に前記小型LCD34（図4）上の電子画像を追従して投影し、観察者50の眼幅調整によらず、手術用顕微鏡49の右眼用接眼光学系で得られる観察視野38内に手術用顕微鏡観察像39と内視鏡観察像40を同時に観察することが可能な手術用顕微鏡を提供することができる。また、第1実施例による手術用顕微鏡49は、図1に示す双眼鏡筒部ハウジング5内の比較的空間を要する小型LCD7やコリメート光学系10、ミラー11、プリズム12が不動のため、ハウジング内に移動分の空間を用意する必要がなく上記利点を保ったまま作業性の良い小型な手術用顕微鏡を観察者に提供することができる。

【0018】図6は、第1実施例における手術用顕微鏡の右眼用の手術用顕微鏡接眼像を示す図である。以下、

図6を用いて、第1実施例における手術用顕微鏡の右眼用の手術用顕微鏡接眼像について説明する。図6において、52は手術用顕微鏡接眼像、53は手術用顕微鏡接眼像の右上隅の部分、54は手術用顕微鏡観察視野中心、55は手術用顕微鏡観察像、56は内視鏡観察像を夫々示す。図6において、第1実施例における画像投影光学系9（図1、3及び4）は、右眼用の手術用顕微鏡観察像52に対して、右上隅の部分53に小型LCD34（図4）上の電子画像を投影しており、手術用顕微鏡観察視野中心54付近は必ず手術用顕微鏡観察像が観察可能となるようにしている。この構成であれば、メイン観察像としての手術用顕微鏡観察像55とガイド役をもつ内視鏡観察像56の観察が両立できる。また、手術用顕微鏡観察視野中心54付近に見える被観察物体は、オートフォーカス機能を有する手術用顕微鏡にとってピントを合わせるポイントであるため、手術用顕微鏡観察視野中心54は必ず手術用顕微鏡観察像55が見えなければならない。第1実施例では、手術用顕微鏡観察視野中心54付近は、手術用顕微鏡観察像が観察できるためオートフォーカス機能を用いる際に障害となることは無い。なお、第1実施例では、手術用顕微鏡49の右眼用接眼像面上に小型LCD34（図4）上の電子画像を投影したが、左眼用接眼像面上に投影しても全く同じ効果が得られる。さらに、小型LCD34（図4）上に表示する電子画像としては内視鏡画像のみでなく、ビデオカメラ等の撮像光学系により得られる画像を表示しても良いし、コンピューターグラフィックス、手術時に必要な神経モニターの波形画像等その他の電子画像を直接表示しても良い。さらに、第1実施例では、電子画像表示手段に小型LCD34（図4）を用いたが、プラズマディスプレイ等のその他の電子画像表示手段を用いても良い。

【0019】図7は、第1実施例で用いたジータントップ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡の双眼鏡筒部光学系の配置図であって、眼幅調整に伴い移動する平行四辺形プリズムと接眼光学系と画像投影光学系のみを抜粋して示した詳細な側面配置図である。以下、図7を用いて、第1実施例で用いたジータントップ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡の双眼鏡筒部光学系の構成について説明する。図7において、57は画像投影光学系、58は画像投影光学系移動部、59は小型LCDからの光束が最初に透過する光学素子、60は平行四辺形プリズム1の回転軸、61は接眼光学系の光軸、62は小型LCD、63は画像投映光学系固定部を夫々示す。図7において、双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動する画像投影光学系移動部58を構成する光学素子のうち、小型LCD62からの光束が最初に透過する光学素子59は、双眼鏡筒部光学系の眼幅調整に伴い移動する平行四辺形プリズム1の回転軸60から20mmの位置に配置されていて、また平行四辺形プリズム1の回転軸



60から接眼光学系の光軸61までの距離34.5mmとなるように配置されている。

【0020】この構成であると、前記光学素子59の眼幅調整に伴う移動量は接眼像面の移動量より少なく済み、眼幅調整に伴い移動する画像投影光学系移動部58に小型LCD62からの光束を供給する眼幅調整に対して不動な画像投影光学系固定部63のさらなる小型化が図れる。第1実施例では、20mmとしたが、20mm以下であっても良い。また、第1実施例における手術用顕微鏡光学系と画像投影光学系9は、互いに独立し、互いに光学素子を共用することがないため、互いの光学系が作り出す観察像を劣化し合うことがない。よって、観察者にクリアな両観察像を提供することができる。

#### 【0021】第2実施例

図8は、手術用顕微鏡の第2実施例であって、手術用顕微鏡の接眼光学系付近と画像投影光学系の光学系配置の正面図であり、図9は、その上面図である。また、図10は、第2実施例で用いる手術用顕微鏡の双眼鏡筒部の眼幅調整がイエンチタイプ方式であることを示す説明図である。以下、図8、9、及び10を用いて、手術用顕微鏡の第2実施例における接眼光学系付近と画像投影光学系の光学系配置について説明する。図8、9及び10において、64は左右の接眼光学系、65はミラー、66は左右のアイポイント、67は小型LCD、68は左右の接眼像面、69は画像投映光学系、70はコリメート光学系、71はミラー、72はプリズム、73は結像光学系、74はプリズム、75はプリズム、76はアフォーカル光束の光軸、Pは面内で3回反射する台形プリズムを夫々示す。第2実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部の眼幅調整は、図10に示すように、手術用顕微鏡の双眼鏡筒部光学系の左右の接眼光学系64の直前のミラー65を互いにスライドさせ、さらに左右の接眼光学系64は前記ミラー65に追従してスライドしつつミラー65のスライドによる光路長の変化をキャンセルすべく上下にもスライドして左右のアイポイント66の間隔eを調整するイエンチタイプ方式を用いている。

【0022】第2実施例は、図8、9に示すように、手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジング内に双眼鏡筒部光学系6（図1）と、電子画像を表示する2つの小型LCD67と、小型LCD67から射出する光束を左右の接眼像面68へと導き結像する2本の画像投影光学系69とを配置している。図9において、前記画像投影光学系69は、小型LCD67から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とするコリメート光学系70と、コリメート光学系70から射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡の接眼像面68上へ結像する結像光学系73とからなり、前記コリメート光学系70は、小型LCD67、ミラー71、プリズム72と共に双眼鏡筒部の眼幅調整に対して不動な固定部を構成している。図9において、前記結像光学系73は、プリズム74、75と共に

に双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動する接眼像面68

（図8）と一体となって移動する移動部を構成している。また、図9において、前記画像投影光学系69の固定部と移動部を結ぶ光束は、アフォーカル光束となっており、さらに前記アフォーカル光束の進行方向を、画像を投影するさきの接眼像面68（図8）のスライド方向と同じ向きになるように画像投影光学系69の固定部のプリズム72を配置し、また画像投影光学系69の移動部の結像光学系73とプリズム74が、双眼鏡筒部の眼幅調整に伴いスライドしても、移動部の開口が、前記接眼像面68と一体となって前記アフォーカル光束の光軸76上をスライドするように配置されている。よって、画像投影光学系69の移動部が双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動しても、小型LCD67上の電子画像を常に接眼像面68上に投影することができるため、観察者は左右の手術用顕微鏡の接眼光学系3（図8）によって得られる観察視野内に小型LCD67上の電子画像を観察することができる。

【0023】図11（a）（b）は、第2実施例における上記構成の場合の光学的原理を示す説明図である。以下、図11（a）（b）を用いて、第2実施例における上記構成の場合の光学的原理について説明する。図11（a）（b）において、77は小型LCD、78は小型LCDを射出した光束、79は画像投映光学系固定部、80はコリメート光学系、81はアフォーカル光束、82は画像投映光学系移動部、83は結像光学系、84はアフォーカル光束の光軸、85は接眼像面を夫々示す。なお、ここで説明図として用いる図9における86は接眼像面上の固定位置を示している。小型LCD77を射出した光束78は、図11（a）に示すように、画像投影光学系固定部79のコリメート光学系80を通過しアフォーカル光束81となり、また画像投影光学系移動部82内の結像光学系83は、図11（b）に示すように、結像光学系83自身が前記アフォーカル光束81の光軸84方向にスライドしても常に小型LCD77からの光束を同条件で受けることができ、また接眼像面85も結像光学系83と一体となってスライドしているため、常に結像光学系83は接眼像面85上の固定位置への電子画像の結像を行っている。

【0024】図8及び9において、第2実施例に用いる画像投影光学系69は、図8及び9に示すような光束反射を行うようにプリズムやミラーが構成されている。この構成であれば、画像投影光学系移動部82が手術用顕微鏡の双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動しても常に接眼像面68上の固定位置86に小型LCD67上の電子画像を正しい向きで投影することができる。以上に示す第2実施例による手術用顕微鏡を、図5に示すように、手術用顕微鏡49では観察不可能な術部中の細穴部内36を観察するためにCCDを搭載した内視鏡37と併用した場合、前記CCDを搭載した内視鏡37により撮影し

た電子画像を前記画像投影光学系 69 の小型 LCD 67 上に表示することで、手術用顕微鏡の双眼鏡筒部 48 の眼幅調整に伴い移動する左右接眼像面上に小型 LCD 67 上の電子画像を追従して投影し、観察者に眼幅調整によらず、手術用顕微鏡の左右接眼光学系 3 (図 8) で得られる観察視野 38 内に手術用顕微鏡観察像 39 と内視鏡観察像 40 を同時に観察することが可能な手術用顕微鏡を提供することができる。また、図 5 中の CCD を搭載した内視鏡 37 を、3D 観察が可能な CCD 搭載内視鏡にし、撮像した夫々右眼用及び左眼用観察像を画像投影光学系 69 の右眼用及び左眼用小型 LCD 67 上に表示することで、手術用顕微鏡観察像 39 だけでなく内視鏡観察像 40 も同時に立体視観察が可能となる。

【0025】また、第 2 実施例による手術用顕微鏡は、図 8 及び 9 に示すように、双眼鏡筒部ハウジング内の比較的スペースを要する小型 LCD 67 やコリメート光学系 70、ミラー 71、プリズム 72 が不動のため、ハウジング内に移動分のスペースを用意する必要がなく、上記利点を保ったまま作業性の良い小型な手術用顕微鏡を提供することができる。また、図 12 は、第 2 実施例の画像投影光学系における左右の手術用顕微鏡接眼像を示す図である。以下、図 12 を用いて、第 2 実施例の画像投影光学系における左右の手術用顕微鏡接眼像について説明する。図 12 において、87 は手術用顕微鏡接眼像、88 は手術用顕微鏡接眼像の右上隅の部分、89 は手術用顕微鏡観察視野中心、90 は手術用顕微鏡観察像、91 は内視鏡観察像を夫々示す。図 12 に示すように、第 2 実施例の画像投影光学系 69 (図 8 及び 9) は左右の手術用顕微鏡接眼像 87 に対して、右上隅の部分 88 に小型 LCD 67 (図 8 及び 9) 上の電子画像を投影しており、手術用顕微鏡観察視野中心 89 付近は必ず手術用顕微鏡観察像 90 が観察可能となるように構成されている。

【0026】この構成であれば、メイン観察像としての手術用顕微鏡観察像 90 とガイド的役割をもつ内視鏡観察像 91 の観察が両立でき、左右接眼像面の手術用顕微鏡観察像 90、内視鏡観察像 91 の融像も可能となる。また、手術用顕微鏡観察視野中心 89 付近に見える被観察物体は、オートフォーカス機能を有する手術用顕微鏡にとってピントを合わせるポイントであるため、手術用顕微鏡観察視野中心 89 には必ず手術用顕微鏡観察像 90 が見えなければならない。第 2 実施例では、手術用顕微鏡観察視野中心 89 付近は、手術用顕微鏡観察像 90 が観察できるオートフォーカス機能を用いる際に障害となることは無い。なお、第 2 実施例では、手術用顕微鏡の左右接眼像面上に小型 LCD 67 (図 8 及び 9) 上の電子画像を投影したが、左右のどちらか一方の接眼像面のみへの投影でも良い。さらに、小型 LCD 67 (図 8 及び 9) 上に表示する電子画像としては内視鏡画像のみでなく、ビデオカメラ等の撮像光学系により得られる画

像を表示しても良いし、コンピューターグラフィックス、手術時に必要な神経モニターの波形画像等その他の電子画像を直接表示しても良い。さらに、第 2 実施例では電子画像表示手段に小型 LCD 67 (図 8 及び 9) を用いたが、プラズマディスプレイ等のその他の電子画像表示手段を用いても良い。また、第 2 実施例の手術用顕微鏡光学系と画像投影光学系 69 (図 8 及び 9) は互いに独立し、互いを構成する光学素子を共用することがないため、互いの光学系が作り出す観察像を劣化し合うことがない。よって、観察者にクリアな両観察像を提供することができる。

【0027】以下に示す表は第 1 実施例及び第 2 実施例に採用した画像投影光学系 69 (図 8 及び 9) に関する数値データを示している。また、図 13 に前記画像投影光学系 69 (図 8 及び 9) の詳細図を示す。

物点

$d_0 =$	36.5711		
$r_1 =$	85.0398		
$d_1 =$	2.1	$n_1 =$	1.76182
$r_2 =$	29.4024	$\nu_1 =$	26.52
$d_2 =$	4.5	$n_2 =$	1.51633
$r_3 =$	-40.1071	$\nu_2 =$	64.14
$d_3 =$	2.0		
$r_4 =$	492.0841		
$d_4 =$	2.5	$n_4 =$	1.51742
$r_5 =$	-51.2531	$\nu_4 =$	52.43
$d_5 =$	15.0		
$r_6 =$	$\infty$		
$d_6 =$	12.0	$n_6 =$	1.56883
$r_7 =$	$\infty$	$\nu_6 =$	56.36
$d_7 =$	6 ~ 21.5536		
$r_8 =$	$\infty$		
$d_8 =$	11.0	$n_8 =$	1.56883
$r_9 =$	$\infty$	$\nu_8 =$	56.36
$d_9 =$	2.4		
$r_{10} =$	14.2721		
$d_{10} =$	4.0	$n_{10} =$	1.51742
$r_{11} =$	-8.0096	$\nu_{10} =$	52.43
$d_{11} =$	1.1	$n_{11} =$	1.76182
$r_{12} =$	-16.5120	$\nu_{11} =$	26.52
$d_{12} =$	8.5		
$r_{13} =$	$\infty$		
$d_{13} =$	14.0	$n_{13} =$	1.56883
$r_{14} =$	$\infty$	$\nu_{13} =$	56.36
$d_{14} =$	0.5		

像点

【0028】さらに、以下に示す表は第 1 実施例及び第 2 実施例に採用した画像投影光学系 (高画質 LCD 対応) に関する数値データを示している。また、図 14 に前記画像投影光学系 (高画質 LCD 対応) の詳細図を示す。



す。

物点

$d_0 = 36.5$   
 $r_1 = 112.1074$   
 $d_1 = 2.8 \quad n_1 = 1.81600 \quad \nu_1 = 46.62$   
 $r_2 = -112.1074$   
 $d_2 = 3.1$   
 $r_3 = -129.102$   
 $d_3 = 2.2 \quad n_3 = 1.84666 \quad \nu_3 = 23.78$   
 $r_4 = 129.102$   
 $d_4 = 3.1$   
 $r_5 = 72.0703$   
 $d_5 = 3.2 \quad n_5 = 1.81600 \quad \nu_5 = 46.62$   
 $r_6 = -72.0703$   
 $d_6 = 36.5 \sim 52.05635$   
 $r_7 = 39.0847$   
 $d_7 = 2.2 \quad n_7 = 1.88300 \quad \nu_7 = 40.76$   
 $r_8 = -19.1041$   
 $d_8 = 1.2$   
 $r_9 = -12.4648$   
 $d_9 = 1.2 \quad n_9 = 1.72151 \quad \nu_9 = 29.23$   
 $r_{10} = 12.4648$   
 $d_{10} = 1.2$   
 $r_{11} = 15.7439$   
 $d_{11} = 2.7 \quad n_{11} = 1.88300 \quad \nu_{11} = 40.76$   
 $r_{12} = -25.2987$   
 $d_{12} = 8.97$   
 $r_{13} = \infty$   
 $d_{13} = 14.0 \quad n_{13} = 1.56883 \quad \nu_{13} = 56.36$   
 $r_{14} = \infty$   
 $d_{14} = 0.7667$

像点

#### 【0029】第3実施例

図15は第1及び2実施例中の画像投影光学系の移動部に遮光部材を配置した第3実施例を示す図である。以下、図15を用いて、画像投影光学系の移動部に遮光部材を配置した第3実施例について説明する。図15において、92は遮光部材、93は接眼像面、94は接眼光学系、95は観察者の瞳孔、96はプリズム、Oは結像点を夫々示す。図15において、第3実施例は第1実施例及び第2実施例中の画像投影光学系26(図3)、82(図11)のうち、双眼鏡筒部48(図5)の眼幅調整に伴い移動する画像投影光学系移動部26(図3)、82(図11)に手術用顕微鏡光束の一部を遮光する遮光部材92を配置し、遮光部材92により手術用顕微鏡観察像90(図12)の一部に像のない部分を創出して、その像のない部分に小型LCD34(図4)、67(図8)上の電子画像を投影するように画像投影光学系9(図1)、69(図8)を配置したものである。本実施例では、前記遮光部材92は小型LCD34(図4)

からの光束を反射する反射部材も兼ねており、双眼鏡筒部ハウジング5(図1)内の省スペースを図っている。上記構成であると、手術用顕微鏡観察像55(図6)と内視鏡観察像56(図6)が重なり合って見えることができなく、観察者にクリアな同時観察を提供することができる。なお、小型LCD34(図4)上に内視鏡観察像56以外の例えば神経モニター等の波形画像の表示を行う場合、手術用顕微鏡観察像55と重なっても差し支えないため、前記手術用顕微鏡光束の一部を遮光する遮光部材92は、ハーフミラーと置き換えても良い。

#### 【0030】第4実施例

図16は、第1及び2実施例中の画像投影光学系の移動部に可動プリズムを配置した第4実施例を示す図である。以下、図16を用いて、第1及び2実施例中の画像投影光学系の移動部に可動プリズムを配置した第4実施例について説明する。図16において、97は可動プリズム、98は移動後の可動プリズムを夫々示す。図16は、第1及び2実施例中の画像投影光学系9(図1)、69(図8)のうち、双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動する画像投影光学系移動部26(図3)、82(図11)に観察者が任意に移動することのできる可動プリズム97の移動に伴い手術用顕微鏡の接眼光学系94により得られる観察者の観察視野内に投影した内視鏡観察像91(図12)が観察視野外に移動するよう構成したものである。上記構成であると、観察者が内視鏡観察像91を不要と判断した場合、観察者が内視鏡観察像91を観察視野外へ移動させることが可能となる。

#### 【0031】第5実施例

図17は、第5実施例であって、第1及び2実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジング内に双眼鏡筒部光学系、左右一対の接眼光学系、画像投影光学系、及び小型LCDを内蔵して1つのユニットとし、手術用顕微鏡本体部ハウジングに対し着脱可能な構成としていることを示す図である。以下、図17を用いて、第1及び2実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジングユニットと手術用顕微鏡本体部ハウジングとの構成について説明する。図17において、99は双眼鏡筒部光学系、接眼光学系、画像投影光学系、及び小型LCDを内蔵したユニット、100は手術用顕微鏡本体部ハウジング、101は通常の手術用顕微鏡双眼鏡筒部ユニット、102は観察者の瞳孔、103は術部を夫々示す。第5実施例では、図17に示すように、第1及び2実施例中の手術用顕微鏡のうち、双眼鏡筒部ハウジング5(図1)内に双眼鏡筒部光学系6(図1)、左右一対の接眼光学系18(図1)、画像投影光学系9(図1)、及び小型LCD7(図1)を内蔵した1つのユニット99を、手術用顕微鏡本体部ハウジング100に対し着脱可能に構成されている。

【0032】この構成であれば、上記ユニット99と通常の手術用顕微鏡双眼鏡筒部ユニット101とシステム

的に交換することが可能となり、手術用顕微鏡観察像 39 (図 5) と内視鏡観察像 40 (図 5) の同時観察を必要としない観察者 50 (図 5) は、手術用顕微鏡本体部 49 (図 5) は同じままで通常の双眼鏡筒部 48 (図 5) による手術用顕微鏡観察像 39 (図 5) を観察することができる。手術用顕微鏡は一つの医療施設において脳神経外科、眼科、整形外科等で共同使用されることが多く、各科によって使用形態が異なるため、ユニット交換することで各科の要望に応じた手術用顕微鏡を提供することが可能となる。

#### 【0033】第 6 実施例

図 18 は第 1 及び 2 実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部が傾斜角可変双眼鏡筒部であり、画像投影光学系が可動鏡筒部ハウジング内に内蔵されている、第 6 実施例を示す図である。以下、図 18 を用いて、第 1 及び 2 実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部が傾斜角可変双眼鏡筒部の場合の可動鏡筒部ハウジング内に内蔵された画像投影光学系の構成について説明する。図 18 において、104 は双眼鏡筒部可動鏡筒部ハウジング、105 は双眼鏡筒部固定鏡筒部ハウジングを夫々示す。図 18 において、第 6 実施例は、第 1 及び 2 実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部 48 (図 5) が傾斜角可変双眼鏡筒部であり、且つ画像投影光学系 9 が可動鏡筒部ハウジング 104 内に内蔵されている。接眼像面は傾斜角の可変に伴い移動するが、画像投影光学系 9 を可動鏡筒部ハウジング 104 内に内蔵すると、傾斜角可変に伴う接眼像面の移動と一体となって移動し、画像投影光学系 9 にとって、接眼像面は不動になるため、新たに傾斜角可変に伴う接眼像面の移動を追従する機構を設ける必要がなくなり、よけいな大型化を防ぐことが可能となる。

#### 【0034】第 7 実施例

図 19 は手術用顕微鏡の第 7 実施例を示す図である。以下、図 19 を用いて、手術用顕微鏡の第 7 実施例について説明する。図 19 において、106 は小型 LCD と画像投影光学系とを内蔵するハウジング、107 は小型 LCD と画像投影光学系とを内蔵する画像投影光学系ユニット、108 は手術用顕微鏡双眼鏡筒部ハウジングを夫々示す。第 7 実施例は、第 1 実施例及び第 2 実施例において、小型 LCD 7 (図 1) と画像投影光学系 9 (図 1) とを 1 つのハウジング 106 内に配置し、画像投影光学系ユニット 107 として通常の手術用顕微鏡双眼鏡筒部ハウジング 108 に対し着脱可能な構成としたものである。この構成であると、上記第 5 実施例の効果を、双眼鏡筒部ユニットを交換するまでもなく、画像投影光学系ユニット 107 の着脱のみで得ることが可能となる。

#### 【0035】第 8 実施例

図 20 (a) (b)、図 21 (a) (b) 及び図 22 は手術用顕微鏡の第 8 実施例を示す図である。図 20 は画像投影光学系をハウジング内に内蔵する、もしくは画像

投影光学系ユニットが着脱可能なジータントップ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系の光学配置図であって、(a) はその上面図、(b) はその側面図である。図 21 は画像投影光学系をハウジング内に内蔵する、もしくは画像投影光学系ユニットが着脱可能なイエンチタイプ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系の光学配置図であって、

(a) はその上面図、(b) はその側面図である。図 22 (a) (b) は、ともに光束進行方向を  $180^\circ$  変換させる、面内で 3 回反射する台形プリズム P と面内で 2 回反射する台形プリズム Q との比較図である。第 8 実施例は画像投影光学系をハウジング 5 (図 1) 内に内蔵する、もしくは画像投影光学系ユニットが着脱可能な双眼鏡筒部の双眼鏡筒部光学系 6 (図 1) を構成する光学素子内に、左右 1 対の面内で 3 回反射する台形プリズム P を配置したものである。前記双眼鏡筒部光学系 6 は双眼鏡筒部ハウジング 5 内もしくはハウジング 5 周辺に画像投影光学系 9 (図 1) を配置するためのスペースを創造しなければならない。よって、双眼鏡筒部光学系 6 を構成する各光学素子はできるだけ小型化しなければならず、比較的スペースを要するプリズム、特に光束進行方向を  $180^\circ$  変換させる面内で 2 回反射する台形プリズム Q (図 22 (a)) などは最も小型化しなければならない光学素子である。本実施例では前記面内で 2 回反射する台形プリズム Q を、面内で 3 回反射する台形プリズム P (図 22 (b)) に変更することで、プリズムの厚み方向の小型化を可能としている。よって、観察者に画像投影機能を有する作業性の良い小型な双眼鏡筒部を提供することができる。なお、本実施例は通常の双眼鏡筒部に採用すればより小型な双眼鏡筒部を観察者に提供することが可能となる。

【0036】以下、本実施例を採用した手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系の数値データを示す。以下のデータは、図 20 に示すジータントップ方式の眼幅調整機構を有する双眼鏡筒部光学系に関する数値データである。

$$\begin{aligned}
 r_1 &= 36.53 \\
 d_1 &= 1.9 & n_1 &= 1.60342 & \nu_1 &= 38.03 \\
 r_2 &= \infty \\
 d_2 &= 5.1 \\
 r_3 &= 75.245 \\
 d_3 &= 2.4 & n_3 &= 1.51633 & \nu_3 &= 64.14 \\
 r_4 &= -30.385 \\
 d_4 &= 1.6 & n_4 &= 1.58144 & \nu_4 &= 40.75 \\
 r_5 &= 30.385 \\
 d_5 &= 22.5 \\
 r_6 &= \infty \\
 d_6 &= 25.607 & n_6 &= 1.56883 & \nu_6 &= 56.36 \\
 r_7 &= \infty \\
 d_7 &= 1.132 \\
 r_8 &= \infty
 \end{aligned}$$

$d_8 = 45.244$     $n_1 = 1.56883$     $\nu_8 = 56.36$   
 $r_9 = \infty$   
 $d_9 = 8.0$   
 $r_{10} = \infty$   
 $d_{10} = 55.426$     $n_{10} = 1.51633$     $\nu_{10} = 64.14$   
 $r_{11} = \infty$   
 $d_{11} = 1.0$   
 $r_{12} = \infty$   
 $d_{12} = 22.0$     $n_{12} = 1.56883$     $\nu_{12} = 56.36$   
 $r_{13} = \infty$   
 $d_{13} = 7.931$   
 $r_{14} = \infty$   
 $d_{14} = 58.5$     $n_{14} = 1.56883$     $\nu_{14} = 56.36$   
 $r_{15} = \infty$   
 $d_{15} = 3.53$

像点

【0037】以下のデータは、図21に示すイエンチタイプ方式の眼幅調整機構を有する双眼鏡筒部光学系に関する数値データである。

$r_1 = 35.1815$   
 $d_1 = 2.4$     $n_1 = 1.51742$     $\nu_1 = 52.43$   
 $r_2 = -24.3244$   
 $d_2 = 1.6$     $n_2 = 1.62588$     $\nu_2 = 35.70$   
 $r_3 = -76.5057$   
 $d_3 = 9.5$   
 $r_4 = 1840.6599$   
 $d_4 = 1.6$     $n_4 = 1.51633$     $\nu_4 = 64.14$   
 $r_5 = 29.1137$   
 $d_5 = 11.5$   
 $r_6 = \infty$   
 $d_6 = 25.607$     $n_6 = 1.56883$     $\nu_6 = 56.36$   
 $r_7 = \infty$   
 $d_7 = 1.132$   
 $r_8 = \infty$   
 $d_8 = 45.239$     $n_8 = 1.56883$     $\nu_8 = 56.36$   
 $r_9 = \infty$   
 $d_9 = 8.0$   
 $r_{10} = \infty$   
 $d_{10} = 71.014$     $n_{10} = 1.56883$     $\nu_{10} = 56.36$   
 $r_{11} = \infty$   
 $d_{11} = 10.0$   
 $r_{12} = \infty$   
 $d_{12} = 24.0$     $n_{12} = 1.56883$     $\nu_{12} = 56.36$   
 $r_{13} = \infty$   
 $d_{13} = 15.1032$

像点

但し、上記各実施例において、 $r_1, r_2, \dots$ は各レンズ面又はプリズム面の曲率半径、 $d_1, d_2, \dots$ は各レンズ又はプリズムの肉厚又は間隔、 $n_1, n_2, \dots$ は各レンズ又はプリズムの屈折率、 $\nu_1, \nu_2, \dots$ は各レンズ又はプリズムのアッペ数を夫々示している。

$\nu_1, \dots$ は各レンズ又はプリズムのアッペ数を夫々示している。

#### 【0038】第9実施例

図23は手術用顕微鏡の第9実施例を示す図であって、手術用顕微鏡の接眼光学系とアイポイント付近の詳細を示す図である。図23において、109は接眼光学系、110は手術用顕微鏡光学系が作る射出瞳、111は画像投影光学系が作る射出瞳、112は手術用顕微鏡のアイポイント、113は内視鏡による観察像、114は投影した小型LCD上の電子画像を夫々示す。第9実施例は第1実施例及び第2実施例において、図23に示すように、手術用顕微鏡の接眼光学系109を介して、手術用顕微鏡光学系が作る射出瞳110と、画像投影光学系9（図1）が作る射出瞳111を同じ位置に重ねて配置し、且つ画像投影光学系9が作る射出瞳111の直径を $\phi 3\text{mm}$ とし、手術用顕微鏡光学系が作る射出瞳110より大きくしたものである。この構成であると、観察者が手術用顕微鏡観察像を観察するために手術用顕微鏡のアイポイント112に自身の眼をもっていくと手術用顕微鏡観察像113と、手術用顕微鏡接眼像面上に投影した小型LCD7上の電子画像114を同時に観察することができる。また、接眼像面上の手術用顕微鏡観察像113と投影された小型LCD7上の電子画像とは互いに輝度が異なり、通常、手術用顕微鏡観察像113の輝度の方が高いため、両観察像の明るさに差が生じてしまうことがあるが、本実施例では画像投影光学系9が作る射出瞳111の方が手術用顕微鏡光学系の作る射出瞳110より大きく、人間の瞳孔径（ $\phi 2.5\text{mm}$ ）より大きくなるよう $\phi 3\text{mm}$ に構成してあるため、両観察像の見掛け上の明るさの差は感じられにくくなる。

#### 【0039】第10実施例

図24(a)は手術用顕微鏡の第10実施例の光学系を、図24(b)は同光学系に用いられる小型LCDの斜視図を夫々示している。以下、手術用顕微鏡の第10実施例について説明する。図24(a)及び(b)において、115は小型LCD、116は小型LCDの表示面、117は画像投影光学系の入射瞳、118は内視鏡による観察像、119は内視鏡による観察像の像中心、120は内視鏡による観察像の外周辺、121は小型LCDの表示面から画像投影光学系に入射する光束、122は小型LCDの表示面から画像投影光学系に入射する光束の主光線、123は画像投影光学系のコリメート光学系、Aは小型LCD115の表示面116から画像投影光学系の入射瞳117までの距離、Hは小型LCD115の表示面116上に表示させた内視鏡観察像118の像中心119から外周辺120までの距離を夫々示す。第10実施例においては、小型LCD115の表示面116上に表示させた内視鏡による観察像は、直径16.8mmの円形状に形成されており、また、画像投影光学系の入射瞳117の位置は小型LCD表示面から6

8. 5mm以上離れた所に配置されている。

【0040】この構成であると、下記の条件式を満足する。本実施例の場合、 $H=8.4$ 、 $A=100$ となり、下記条件式を満足している。

$$A \geq (H / \tan 7^\circ)$$

(但し、 $A$ はLCD表示面から画像投影光学系の入射瞳までの距離、 $H$ はLCD表示面上に表示した内視鏡による観察像の像中心から最周辺までの距離である。)この構成であると、小型LCD115の表示面から画像投影光学系に入射する光束121の主光線122は小型LCD115の表示面に対して角度が付きすぎないため、色調の角度特性があまり良くない小型LCD115を用いても、表示した画像全体を同じ色調で観察することができる。

#### 【0041】第1.1実施例

図25は手術用顕微鏡の第1.1実施例を示す図であって、(a)は手術用顕微鏡双眼鏡筒部の外観斜視図、

(b)は手術用顕微鏡双眼鏡筒部の横断面図を夫々示している。以下、手術用顕微鏡の第1.1実施例について説明する。図25(a)(b)において、手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジング124は、観察者が双眼鏡筒部を覗き観察する際にちょうど観察者のおでこ125がくる方向にスペース126を設け、このスペース126内に、2つの小型LCD127と、2本の画像投影光学系128とを配置している。この構成であれば、前記小型LCD127や画像投影光学系128を双眼鏡筒部ハウジング124内に内蔵した時に生じる大型化を観察者のおでこ方向に集中させることができ、観察者が双眼鏡筒部を覗き観察する際に手元方向や左右方向に不要な突出を生じさせないため、手術の邪魔になることを避けることが可能となり、作業性の低下を防ぐことができる。以上の第1実施例から第1.1実施例までにおける手術用顕微鏡は、実体顕微鏡に置き換えても全く同様な効果が得られるため、実体顕微鏡に置き換えても良い。

#### 【0042】第1.2実施例

図26は手術用顕微鏡の第1.2実施例を示す図である。本実施例の手術用顕微鏡は、手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導びく画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できるように構成されている。図26に示すように、内視鏡観察像131から射出する光束132が画像投影光学系133の第1レンズ群133aを透過して発散光束134となり、画像投影光学系133の第2レンズ群133bは、接眼像面135、接眼光学系136とともに一体となって眼幅調整により光軸M方向に移動しながら前記発散光束134を受け結像させる。このとき、この結像位置137は眼幅調整に伴い接眼像面135に対してずれた位置に結像するが接眼光学系136を通した観察者の眼138の深度幅W内でずれるため、観察者は接眼像面135上の手術

用顕微鏡観察像140と、画像投影光学系133により投影された内視鏡観察像141を同時にはっきりと観察することができる。本実施例では画像投影光学系133の第1レンズ群133aから射出する光束を発散光束としたが、収束光束でも良い。

【0043】第1.2実施例の手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系133の一部はその開口が光束を取り込める範囲内で移動し、かつ、前記画像投影光学系133の一部の移動に伴い変化する投影画像の接眼像面135に対するビントズレが以下の条件を満たしている。

$$-2((foc^2)/1000) < X < 2((foc^2)/1000)$$

但し、 $foc$ は接眼光学系の焦点距離、 $X$ は投影画像の接眼像面に対するビントズレ量である。

【0044】上記条件式は、観察者の目の焦点深度を考慮し設定されたもので、条件式の上下限を超えると顕微鏡観察像はビントの合った状態で観察ができるのに、内視鏡画像はビントの合っていない状態で観察することになり、両方の画像をビントの合った状態で観察することができない。しかしながら、本実施例の構成であれば、前記画像投影光学系の一部の移動に伴い投影画像が接眼像面に対してビントズレしても観察者の眼の焦点深度内に収まるため、観察者に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像の両立が可能な手術用顕微鏡を提供することができる。

#### 【0045】第1.3実施例

図27(a)は、本発明に係る手術用顕微鏡の第1.3実施例であって、図27(b)は本実施例の手術用顕微鏡における双眼鏡筒部の光学系の概略構成図である。図27(b)の画像処理装置145には図27(a)のように内視鏡CCDカメラアダプター43に接続したCCU41や、波形モニター146、CT147などが接続され、小型LCD148の表示面にそれぞれの画像を同時に表示している。この小型LCD148に表示された複数の画像を、画像投影光学系149により、手術用顕微鏡光学系150の接眼像面151に投影することができる。よって、観察者50は接眼光学系153を介して観察像を拡大観察することにより手術用顕微鏡観察像152のみならず、内視鏡画像155や、波形モニター画像156、CT画像157など手術に有益な画像情報を同時に得ることができる。なお、複数の画像を表示するために小型LCD148などの画像表示手段や画像投影光学系149を増やす必要がないため、ハウジングが大型化することがなく、観察者に作業性の良い小型な手術用顕微鏡を提供することができる。なお、上記小型LCD148としては、表示面が16:9の横長なものが適している。

【0046】この構成であれば、電子画像表示手段や、画像投影光学系の数を増やす必要がない。例えば、複数の画像を一つの電子画像表示手段に表示すれば、ハウジ

ングの大型化が防げる。この時、複数の画像の各々は小さくなるが、画像投影光学系の倍率を適切に選べば観察に無理のない画像を観察者に提供できる。また、観察者に手術用顕微鏡光学系により得られる観察視野内に手術用顕微鏡観察像とプラスして内視鏡画像や、CT画像、波形モニター画像等の手術に有益な画像情報を複数同時に提供することができる。

#### 【0047】第14実施例

図28は、本発明に係る手術用顕微鏡の第14実施例である。図28の画像処理装置160には図27(a)のように内視鏡用CCDカメラアダプター43に接続したCCU41と波形モニター146が接続され、小型LCD161の表示面の左右2ヶ所にそれぞれ内視鏡画像155と波形モニター画像156を同時に表示している。この小型LCD161に表示された複数の画像を、画像投影光学系162により、手術用顕微鏡光学系150の接眼像面163に投影することができ、かつ、画像投影光学系162内部の光学素子のうち、最も接眼像面163に近い反射ミラー165は上記の波形モニター画像156から射出する光束が反射する部分と、内視鏡画像155から射出する光束が反射する部分では性質が異なり、前者はハーフミラー165aで後者は通常のミラー165bである。この構成であると、観察者は接眼光学系153を介して観察像を拡大観察することにより手術用顕微鏡観察像164のみならず、内視鏡画像155や、波形モニター画像156の手術に有益な画像情報を得ることができ、かつ、手術用顕微鏡観察像164と重なって見えても互いの像をスポイルしにくい波形モニター画像156は手術用顕微鏡観察像164と重なって見えるため、波形モニター画像156と重なった部分の手術用顕微鏡観察像164の情報は失われることがない。また、互いの像をスポイルし易い内視鏡画像155は手術用顕微鏡観察像164と重なって見えないため、内視鏡画像155の情報も失われることはない。なお、複数の画像を表示するために小型LCD161などの画像表示手段や画像投影光学系162を増やす必要がないため、ハウジングが大型化することがなく、観察者に作業性の良い小型な手術用顕微鏡を提供することができる。また、上記小型LCD161は表示面が16:9の横長のものが適している。

【0048】この構成であれば、電子画像表示装置や、画像投影光学系の数を増やす必要がなく、ハウジングの大型化が防げる。さらに、内視鏡画像はミラー若しくは全反射プリズムで接眼像面に投影されるため、ミラー若しくは全反射プリズムの配置された部分に相当する部分の手術用顕微鏡画像は観察者の目に届かない。従って、互いに複雑な像である手術用顕微鏡像と内視鏡像が重なり合うことはないため各々の画像を明瞭に観察できる。しかも重ね合わせによる各々の像の明るさのロスもないので、各々の像は共に明るく良好に観察できる。

【0049】一方、波形モニター画像や文字情報は単純な画像である。従って、ハーフミラーを介して手術用顕微鏡画像に重ね合わせたとしても、各々の画像の認識は容易にでき、手術用顕微鏡画像の表示領域を大きくとることができる。しかも、画像処理装置によって、波形モニター画像や文字情報の輝度を調整することによって、波形モニター画像や文字情報を強調したり、逆に表示を無くして手術用顕微鏡観察像のみにすることもできる。観察者に手術用顕微鏡光学系により得られる観察視野内に手術用顕微鏡観察像とプラスして内視鏡画像だけでなく、CT画像や波形モニター画像等の手術に有益な画像情報を同時に提供することができる。かつ、手術用顕微鏡観察像を削ってしまう部分を最小限にできるため、基本である手術用顕微鏡観察像の観察の妨げになることはない。

【0050】以上説明したように、手術用顕微鏡は、特許請求の範囲に記載された特徴の他に、下記の特徴を有する。

(1) 画像投影光学系の結像光学系を構成する光学素子の一部を手術用顕微鏡光束を遮光する遮光部材とし、この遮光部材により手術用顕微鏡観察像の一部に像の無い部分を作り、その像の無い部分に内視鏡光学系による観察像を投影させることを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。この構成であれば、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とが重なり合っ見えることがなく、観察者にクリアな両観察像の同時観察を提供することができる。

【0051】(2) 画像投影光学系の結像光学系を構成する光学素子の一部を観察者が任意に移動できる光学素子とし、この光学素子の移動に伴い手術用顕微鏡の接眼光学系により得られる観察者の観察視野内に投影した内視鏡光学系による観察像を観察視野外に移動可能としたことを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。この構成であれば、観察者が内視鏡観察像を不要と判断した場合、観察者が内視鏡観察像を観察視野外へ移動させることが可能となる。

【0052】(3) 手術用顕微鏡光学系と、画像投影光学系とが作る射出瞳を同じ位置に配置し、かつ、画像投影光学系が作る射出瞳の直径は、手術用顕微鏡光学系が作る射出瞳より大きく構成した。この構成であれば、観察者が手術用顕微鏡観察像を観察するために手術用顕微鏡のアイポイントに自身の眼をもっていくと手術用顕微鏡観察像と同時に撮像光学系観察像を同時に観察することができる。また、手術用顕微鏡観察像と、投影した撮像光学系観察像は輝度が異なることが多く、通常、手術用顕微鏡観察像の方が輝度が高いため、両観察像の明るさに差が生じてしまうことがあるが、上記構成であれば、画像投影光学系が作る射出瞳の方が手術用顕微鏡光学系の作る射出瞳より大きいため、両観察像の見掛け上の明るさの差を減少させている。ただし、画像投

影光学系の大型化を招くため、前記画像投影光学系が作る射出瞳径は最大 $\phi 15\text{ mm}$ までとした方がよい。なお、手術用顕微鏡観察像と撮像光学系観察像の輝度が等しい場合は、前記画像投影光学系が作る射出瞳径は $\phi 1\text{ mm}$ から $\phi 15\text{ mm}$ まで何れの値を取ってもよい。

【0053】(4) 手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジング内に、双眼鏡筒部光学系と、接眼光学系と、内視鏡光学系による観察像を表示するための少なくとも1つの電子画像表示手段と、電子画像表示手段から射出する光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面へ導き投影する少なくとも1つの画像投影光学系とを配置し、ユニットとして手術用顕微鏡本体部に対し着脱可能にしたことを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。この構成であれば、上記ユニットと通常の手術用顕微鏡双眼鏡筒部ユニットを系統的に交換することが可能となり、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像の同時観察を必要としない観察者に手術用顕微鏡本体部は同じままで通常の双眼鏡筒部による手術用顕微鏡観察像を提供することができる。

【0054】(5) 内視鏡光学系による観察像を表示するための少なくとも1つの電子画像表示手段と、電子画像表示手段から射出する光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面へと導き投影する少なくとも1つの画像投影光学系とを1つのハウジング内に配置し、ユニットとして手術用顕微鏡双眼鏡筒部に対し着脱可能としたことを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。この構成であれば、前記効果を双眼鏡筒部ユニットを交換するまでもなく、画像投影光学系ユニットの着脱のみで得ることができる。

【0055】(6) 手術用顕微鏡の双眼鏡筒部が傾斜角可変鏡筒部であった場合、内視鏡光学系による観察像を表示するための少なくとも1つの電子画像表示手段と、電子画像表示手段から射出する光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面へと導き投影する少なくとも1つの画像投影光学系とを前記傾斜角可変双眼鏡筒部の可動鏡筒部ハウジング内に配置したことを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。この構成であれば、画像投影光学系は傾斜角の可変に伴い移動する手術用顕微鏡接眼光学系と一体となり移動するため、画像投影光学系にとって、前記接眼光学系の接眼像面は不動となり新たに追従機構を設ける必要がなくなり、よけいな大型化を防ぐことが可能となる。

【0056】(7) 内視鏡光学系による観察像を表示するために、電子画像表示手段を用い、更に前記電子画像表示手段としてLCDを選んだ場合、画像投影光学系の入射瞳位置が常に以下の条件を満たすことを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。 $A \geq (H / \tan 7^\circ)$

但し、AはLCD表示面から画像投影光学系の入射瞳までの距離、HはLCD表示面上に表示した内視鏡による

観察像の像中心から外周辺までの距離である。一般的なLCDの特性として色調の角度特性が悪く、LCD上の画像を角度を付けて眺めると異常な色付きが生じてしまう。このような特性をもった小型LCDを用いても、前記構成であれば、小型LCDの表示面から画像投影光学系に入射する光束の主光線は大きく傾かないため、表示した画像全体を同じ色調で観察することができる。

【0057】(8) 手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジングに観察者が双眼鏡筒部を覗き観察する際にちょうど観察者のおでこがくる方向(図25参照)にスペースを設け、このスペース内に少なくとも1つの撮像光学系による観察像を表示するための電子画像表示手段と、少なくとも1本の画像投影光学系を配置したことを特徴とする前記請求項1乃至3の何れかに記載の手術用顕微鏡。手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジング内に電子画像表示手段や画像投影光学系を内蔵する双眼鏡筒部は小型化を図ってもどうしても通常の双眼鏡筒部より大型化してしまうが、前記構成であれば、電子画像表示手段や画像投影光学系を内蔵することによる大型化を観察者が双眼鏡筒部を覗き観察する際にちょうど観察者のおでこがくる方向に集中させることができ、手術の邪魔になることを避けることが可能となり、作業性の低下を防ぐことができる。なお、上記手術の邪魔になる場合とは、左右方向に出っ張らせると術部を直接覗き込む際に邪魔になったり、下に出っ張らせると手元の作業の邪魔になる場合等が考えられる。

【0058】(9) 手術用顕微鏡とは別体の撮像光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と撮像光学系観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼像面に結像することを特徴とし、かつ、前記結像光学系はその開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で少なくとも移動することを特徴とする手術用顕微鏡。以上の構成であれば、眼幅調整により移動してしまう接眼光学系の接眼像面に撮像光学系による観察像を追従して投影することができる。よって、観察者に眼幅調整によらず、常に手術用顕微鏡観察像と撮像光学系観察像の同時観察を提供することができる。さらに、前記コリメート光学系は、手術用顕微鏡の眼幅調整に対して不動であり、手術用顕微鏡ハウジング内に前記コリメート光学系の移動スペースを設ける必要がないため、手術用顕微鏡の小型化が図れる。さらに、画像投影光学系と手術用顕微鏡光学系は互いに独立していて、互いに構成する光学素子を共用することはない。よって、互いの光学系が作る観察像を劣化し合うことがないため、両観察像をクリ



アに保っている。

【0059】(10) 電子画像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導く画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と撮像光学系観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系は、コリメート光学系と結像光学系とからなり、コリメート光学系は、内視鏡光学系による観察像から射出する光束をコリメートしてアフォーカル光束とし、結像光学系は、前記コリメート光学系より射出するアフォーカル光束を手術用顕微鏡光学系の接眼光学系に結像することを特徴とし、かつ、前記結像光学系はその開口が前記アフォーカル光束を取り込める範囲内で少なくとも移動することを特徴とする手術用顕微鏡。以上の構成であれば、眼幅調整により移動してしまう接眼光学系の接眼像面に電子画像を追従して投影することができる。よって、観察者に眼幅調整によらず、常に手術用顕微鏡観察像とコンピュータグラフィックス等の電子画像の同時観察を提供することができる。さらに、前記コリメート光学系は手術用顕微鏡の眼幅調整に対して不動であり、手術用顕微鏡ハウジング内に前記コリメート光学系の移動スペースを設ける必要がないため、手術用顕微鏡の小型化が図れる。さらに、画像投影光学系と手術用顕微鏡光学系は、互いに独立して、互いを構成する光学素子を共用することはない。よって、互いの光学系が作る観察像を劣化し合うことがないため、両観察像をクリアに保っている。

【0060】(11) 手術用顕微鏡光学系とは別体の内視鏡光学系による観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系へ導びく画像投影光学系を有し、手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像とを同時に観察できる手術用顕微鏡において、前記画像投影光学系の一部はその開口が光束を取り込める範囲内で移動し、かつ、前記画像投影光学系の一部の移動に伴い変化する投影画像の接眼像面に対するピントズレが以下の条件を満たすことを特徴とする手術用顕微鏡。

$$-2((foc^2)/1000) < X < 2((foc^2)/1000)$$

但し、 $foc$ は接眼光学系の焦点距離、 $X$ は投影画像の接眼像面に対するピントズレ量である。この構成であれば、前記画像投影光学系の一部の移動に伴い投影画像が接眼像面に対してピントズレしても観察者の眼の焦点深度内に収まるため、観察者に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像の両立が可能な手術用顕微鏡を提供することができる。

【0061】(12) 内視鏡光学系による観察像を表示するための少なくとも1つの電子画像表示手段を有し、その電子画像表示手段は画像処理装置により少なくとも2つの表示部分に分割して内視鏡画像とその他電子画像を同時に表示し、その表示像を画像投影光学系により、手術用顕微鏡光学系の接眼像面へ投影することを特徴とする前記請求項2及び3の何れかに記載の手術用顕微

鏡。この構成であれば、電子画像表示装置や、画像投影光学系の数を増やす必要がなく、ハウジングの大型化が防げるだけでなく、観察者に手術用顕微鏡光学系により得られる観察視野内に手術用顕微鏡観察像とプラスして内視鏡画像や、CT画像、波形モニター画像等の手術に有益な画像情報を複数同時に提供することができる。

【0062】(13) 内視鏡光学系による観察像を表示するための少なくとも1つの電子画像表示手段を有し、その電子画像表示手段は画像処理装置により、少なくとも2つの表示部分に分割して内視鏡画像とその他電子画像を同時に表示し、その電子画像表示手段上の表示像を画像投影光学系により、一部はハーフミラーを介して手術用顕微鏡光学系の接眼像面に投影し、一部はミラー及び全反射プリズムを介して手術用顕微鏡光学系の接眼像面に投影することを特徴とする前記請求項2及び3の何れかに記載の手術用顕微鏡。この構成であれば、電子画像表示装置や、画像投影光学系の数を増やす必要がなく、ハウジングの大型化が防げる。波形モニター画像等はハーフミラーを介して手術用顕微鏡観察像と重なって見えるように接眼像面に投影し、また、内視鏡画像等はミラー及び全反射プリズムを介して手術用顕微鏡観察像と重なって見えないように接眼像面に投影できる。よって、観察者に手術用顕微鏡光学系により得られる観察視野内に手術用顕微鏡観察像とプラスして内視鏡画像だけでなく、CT画像や波形モニター画像等の手術に有益な画像情報を同時に提供することができる。

#### 【0063】

【発明の効果】上記のように構成すれば、眼幅調整によらず、常に手術用顕微鏡観察像と内視鏡観察像を手術用顕微鏡の接眼光学系を介して同時に観察可能で、且つ作業性の良い小型な手術用顕微鏡を提供することができるという実用上の利点がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】手術用顕微鏡の第1実施例を示す図であって、手術用顕微鏡における双眼鏡筒部の光学系の構成を側面から見た概略構成図である。

【図2】手術用顕微鏡における図1の接眼光学系を示す説明図である。

【図3】(a)(b)は、手術用顕微鏡の上記した構成における光学的原理を示す説明図であって、(a)は結像光学系が光軸上に配置されている場合を示し、(b)は結像光学系が光軸に対して垂直な面内にシフトしている場合を示している。

【図4】手術用顕微鏡の第1実施例に用いる画像投影光学系のプリズムやミラーによる光束の反射状態を示す説明図である。

【図5】手術用顕微鏡の第1実施例において、図1乃至図4で用いた手術用顕微鏡にCCDを搭載した内視鏡を併用させた場合を示す概念図である。

【図6】手術用顕微鏡の第1実施例における手術用顕微

鏡の右眼用の手術用顕微鏡接眼像を示す図である。

【図 7】手術用顕微鏡の第 1 実施例で用いたジーテントップ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡の双眼鏡筒部光学系であって、眼幅調整に伴い移動する平行四辺形プリズムと接眼光学系と画像投影光学系のみを抜粋して示した詳細な側面配置図である。

【図 8】手術用顕微鏡の第 2 実施例を示す図であって、手術用顕微鏡の接眼光学系付近と画像投影光学系の光学系配置の正面図である。

【図 9】手術用顕微鏡の第 2 実施例を示す図であって、手術用顕微鏡の接眼光学系付近と画像投影光学系の光学系配置の上面図である。

【図 10】第 2 実施例で用いる手術用顕微鏡の双眼鏡筒部の眼幅調整がイエンチタイプ方式であることを示す説明図である。

【図 11】手術用顕微鏡の第 2 実施例における光学的原理を示す図であって、(a) は結像光学系が通常的位置にある場合を示して、(b) は結像光学系が光軸方向にスライドした場合を示している。

【図 12】第 2 実施例の画像投影光学系における左右の手術用顕微鏡接眼像を示す図である。

【図 13】手術用顕微鏡の第 1 及び 2 実施例に採用した画像投影光学系の詳細図である。

【図 14】手術用顕微鏡の第 1 及び 2 実施例に採用した画像投影光学系（高画質 LCD 対応）の詳細図である。

【図 15】第 1 及び 2 実施例中の画像投影光学系の移動部に遮光部材を配置した第 3 実施例を示す図である。

【図 16】第 1 及び 2 実施例中の画像投影光学系の移動部に可動プリズムを配置した第 4 実施例を示す図である。

【図 17】手術用顕微鏡の第 5 実施例を示す図であって、第 1 及び 2 実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部ハウジング内に双眼鏡筒部光学系、左右一対の接眼光学系、画像投影光学系、及び小型 LCD を内蔵して 1 つのユニットとし、手術用顕微鏡本体部ハウジングと着脱可能な構成としていることを示す図である。

【図 18】手術用顕微鏡の第 6 実施例を示す図であって、第 1 及び 2 実施例中の手術用顕微鏡の双眼鏡筒部が傾斜角可変双眼鏡筒部であると共に、画像投影光学系が可動鏡筒部ハウジング内に内蔵されていることを示す図である。

【図 19】手術用顕微鏡の第 7 実施例を示す図である。

【図 20】手術用顕微鏡の第 8 実施例を示す図であって、画像投影光学系をハウジング内に内蔵する、もしくは画像投影光学系ユニットが着脱可能なジーテントップ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系であり、(a) はその上面図、(b) はその側面図である。

【図 21】手術用顕微鏡の第 8 実施例を示す図であって、画像投影光学系をハウジング内に内蔵する、もしくは

は画像投影光学系ユニットが着脱可能なイエンチタイプ方式の眼幅調整機構を有する手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系の光学配置図であって、(a) はその上面図、

(b) はその側面図である。

【図 22】手術用顕微鏡の第 8 実施例に用いる 2 つのタイプの台形プリズムの比較図であり、(a) は光束進行方向を  $180^\circ$  変換させる、面内で 2 回反射する台形プリズムであり、(b) は光束進行方向を  $180^\circ$  変換させる、面内で 3 回反射する台形プリズムである。

【図 23】手術用顕微鏡の第 9 実施例を示す図であって、手術用顕微鏡の接眼光学系とアイポイント付近の詳細を示す図である。

【図 24】手術用顕微鏡の第 10 実施例を示す図であって、(a) は光学系の配置図、(b) は小型 LCD の斜視図である。

【図 25】手術用顕微鏡の第 11 実施例を示す図であって、(a) は手術用顕微鏡双眼鏡筒部の外観斜視図、(b) は手術用顕微鏡双眼鏡筒部の横断面図である。

【図 26】手術用顕微鏡の第 12 実施例を示す図である。

【図 27】手術用顕微鏡の第 13 実施例を示す図であって、(a) は手術用顕微鏡に内視鏡を併用させた場合を示す図、(b) は (a) における双眼鏡筒部の光学系を示す図である。

【図 28】手術用顕微鏡の第 14 実施例を示す図である。

#### 【符号の説明】

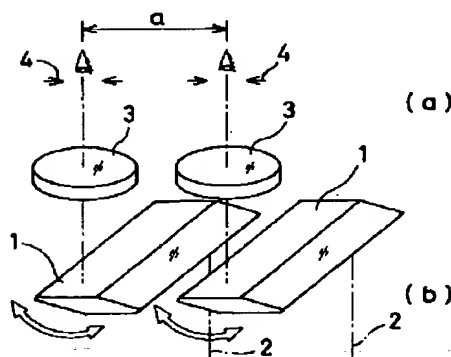
- |    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 1  | 平行四辺形プリズム                           |
| 2  | 平行四辺形プリズムへの入射光軸                     |
| 3  | 接眼光学系                               |
| 4  | アイポイント                              |
| 5  | 手術用顕微鏡双眼鏡筒部ハウジング                    |
| 6  | 手術用顕微鏡双眼鏡筒部光学系                      |
| 7  | 電子画像を表示する小型 LCD                     |
| 8  | 右眼用接眼像面                             |
| 9  | 画像投影光学系                             |
| 10 | コリメート光学系                            |
| 11 | ミラー                                 |
| 12 | プリズム                                |
| 13 | 結像光学系                               |
| 14 | プリズム                                |
| 15 | プリズム                                |
| 16 | 双眼鏡筒部の眼幅調整に対して不動な固定部                |
| 17 | 双眼鏡筒部の眼幅調整に伴い移動する接眼像面と一体となって移動する移動部 |
| 18 | 接眼光学系                               |
| 19 | 観察者の瞳孔                              |
| 20 | 双眼鏡筒部光学系の結像光学系                      |
| 21 | 小型 LCD                              |
| 22 | 小型 LCD を射出した光束                      |

23	画像投影光学系固定部	71	ミラー
24	コリメート光学系	72	プリズム
25	アフォーカル光束	73	結像光学系
26	画像投影光学系移動部	74	プリズム
27	アフォーカル光束の光軸	75	プリズム
28	接眼像面	76	アフォーカル光束の光軸
29	結像光学系	77	小型LCD
30	プリズム	78	小型LCDを射出した光束
31	プリズム	79	画像投映光学系固定部
32	接眼像面	80	コリメート光学系
33	平行四辺形プリズムの入射光軸	81	アフォーカル光束
34	小型LCD	82	画像投映光学系移動部
35	投影画像	83	結像光学系
36	手術用顕微鏡では観察不可能な細穴部内	84	アフォーカル光束の光軸
37	CCDを搭載した内視鏡	85	接眼像面
38	手術用顕微鏡の右眼用接眼光学系で得られる	86	接眼像面上の固定した位置
観察視野内		87	手術用顕微鏡接眼像
39	手術用顕微鏡観察像	88	手術用顕微鏡接眼像の右上隅の部分
40	内視鏡観察像	89	手術用顕微鏡観察視野中心
41	カメラコントロールユニット	90	手術用顕微鏡観察像
42	内視鏡用光源	91	内視鏡観察像
43	内視鏡用CCDカメラアダプター	92	遮光部材
44	手術用顕微鏡用光源	93	接眼像面
45	ケーブル	94	接眼光学系
46	ライトガイド	95	観察者の瞳孔
47	ライトガイド	96	プリズム
48	手術用顕微鏡双眼鏡筒部	97	可動プリズム
49	手術用顕微鏡本体	98	移動後の可動プリズム
50	観察者	99	双眼鏡筒部光学系、接眼光学系、画像投映光
51	術部	学系、小型LCDを内蔵したユニット	
52	手術用顕微鏡接眼像	100	手術用顕微鏡本体部ハウジング
53	手術用顕微鏡接眼像の右上隅の部分	101	通常の手術用顕微鏡双眼鏡筒部ユニット
54	手術用顕微鏡観察視野中心	102	観察者の瞳孔
55	手術用顕微鏡観察像	103	術部
56	内視鏡観察像	104	双眼鏡筒可動鏡筒部ハウジング
57	画像投影光学系	105	双眼鏡筒固定鏡筒部ハウジング
58	画像投影光学系移動部	106	小型LCDと画像投映光学系とを内蔵するハ
59	小型LCDからの光束が最初に透過する光学	ウジング	
素子		107	小型LCDと画像投映光学系とを内蔵したユ
60	平行四辺形プリズムの回転軸	ニット	
61	接眼光学系の光軸	108	手術用顕微鏡双眼鏡筒部ハウジング
62	小型LCD	109	接眼光学系
63	画像投映光学系固定部	110	手術用顕微鏡光学系が作る射出瞳
64	左右の接眼光学系	111	画像投影光学系が作る射出瞳
65	ミラー	112	手術用顕微鏡のアイポイント
66	左右のアイポイント	113	手術用顕微鏡観察像
67	小型LCD	114	投影した小型LCD上の電子画像
68	左右の接眼像面	115	小型LCD
69	画像投映光学系	116	小型LCDの表示面
70	コリメート光学系	117	画像投影光学系の入射瞳

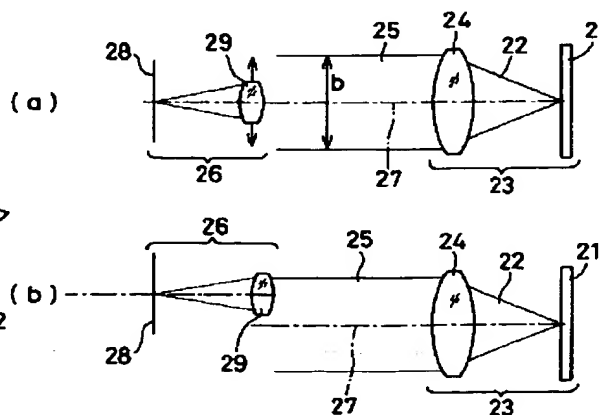
118 内視鏡による観察像  
 119 内視鏡による観察像の像中心  
 120 内視鏡による観察像の最周辺  
 121 小型LCDの表示面から画像投影光学系に入射する光束  
 122 小型LCDの表示面から画像投影光学系に入射する光束の主光線  
 123 画像投影光学系のコリメート光学系  
 124 手術用顕微鏡双眼鏡筒部ハウジング  
 125 観察者のおでこ  
 126 スペース  
 127 小型LCD  
 128 画像投影光学系  
 131 内視鏡観察像  
 132 射出光束  
 133 画像投影光学系  
 134 発散光束  
 135 接眼像面  
 136 接眼光学系  
 137 結像位置  
 138 観察者の眼  
 140 手術用顕微鏡観察像  
 141 内視鏡観察像  
 145 画像処理装置  
 146 波形モニター  
 147 CT  
 148 小型LSD  
 149 画像投影光学系  
 150 手術用顕微鏡光学系

151 接眼像面  
 152 手術用顕微鏡像  
 153 接眼光学系  
 155 内視鏡画像  
 156 波形モニター画像  
 157 CT画像  
 160 画像処理装置  
 161 小型LSD  
 162 画像投影光学系  
 163 接眼像面  
 164 手術用顕微鏡観察像  
 165 反射ミラー  
 a 左右のアイポイント間隔  
 b アフォーカル光束の幅  
 c 平行四辺形プリズムの回転軸から光学素子59までの距離  
 d 平行四辺形プリズムの回転軸から接眼光学系の光軸までの距離  
 e 左右のアイポイントの間隔  
 A 小型LCDの表示面から画像投影光学系の入射瞳までの距離  
 H 小型LCDの表示面上に表示された内視鏡観察像の像中心から最周辺までの距離  
 I イメージローテーター  
 P 面内で3回反射する台形プリズム  
 Q 面内で2回反射する台形プリズム  
 O 結像点  
 M 光軸  
 W 観察者の眼の深度幅

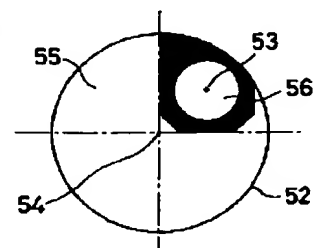
【図2】



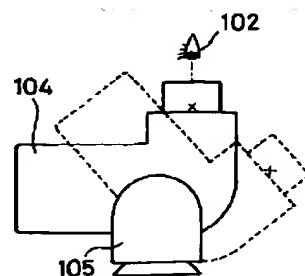
【図3】



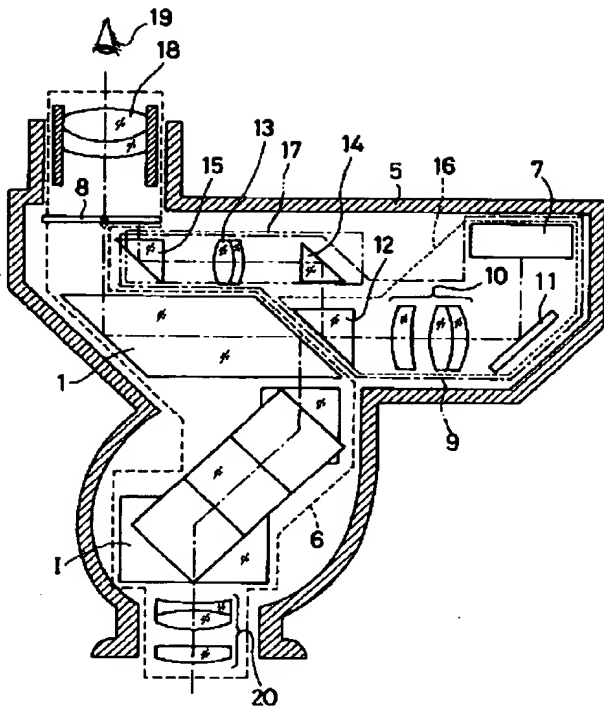
【図6】



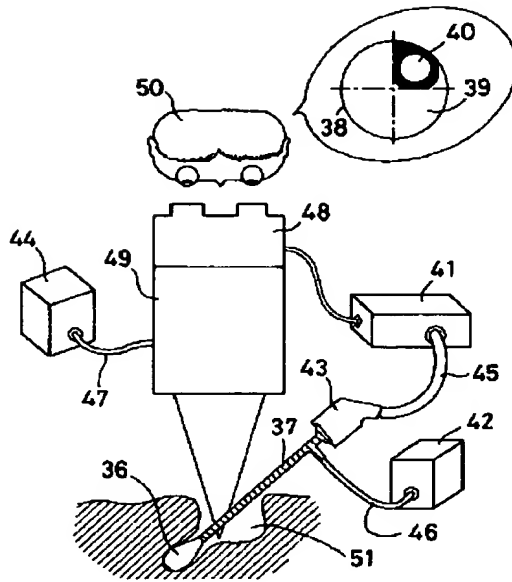
【図18】



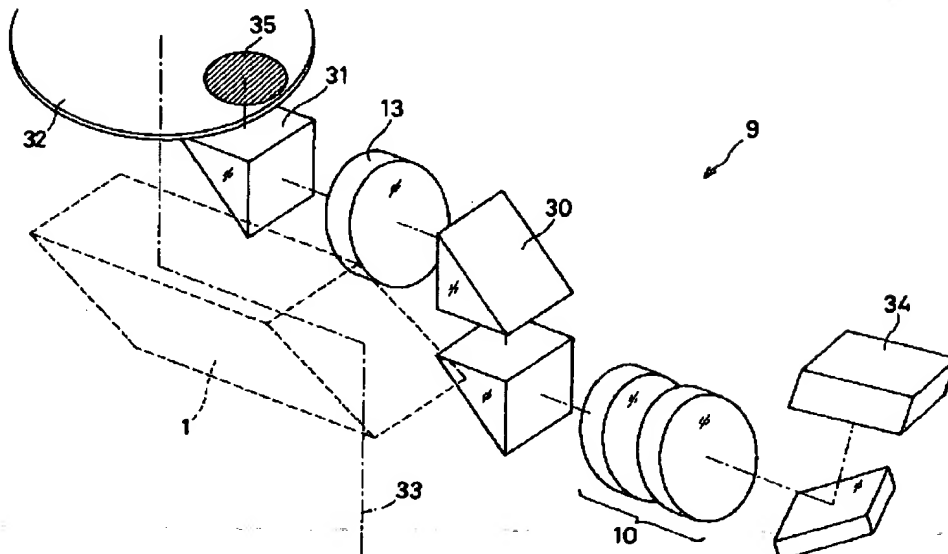
【図 1】



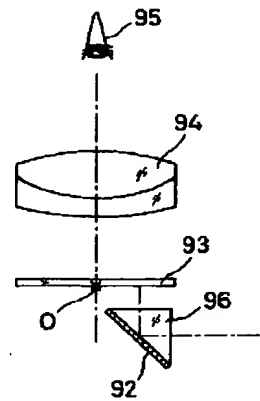
【図 5】



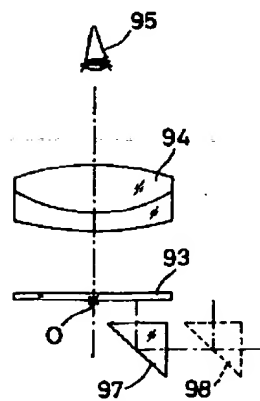
【図 4】



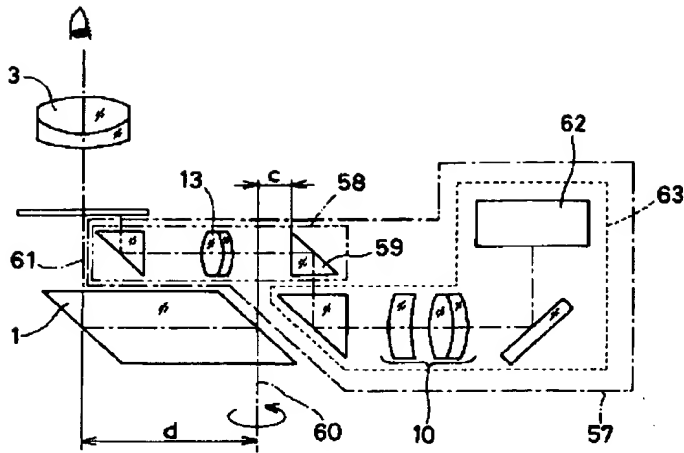
【図 15】



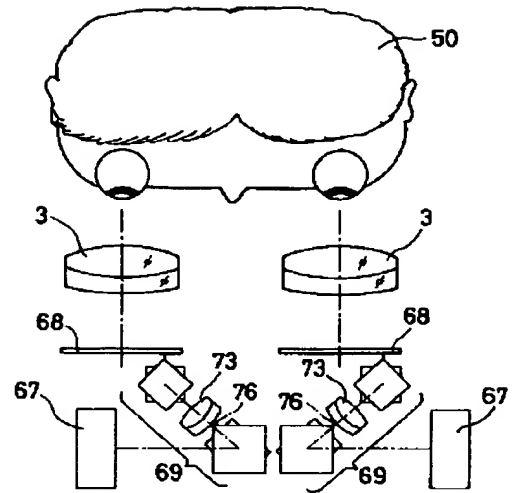
【図 16】



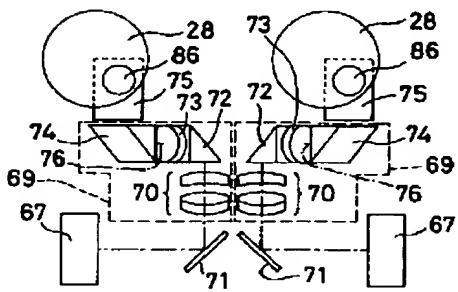
【図 7】



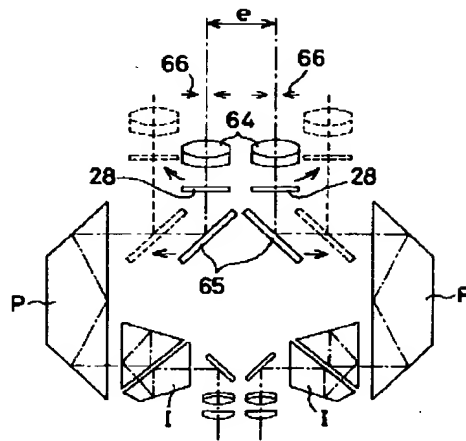
【図 8】



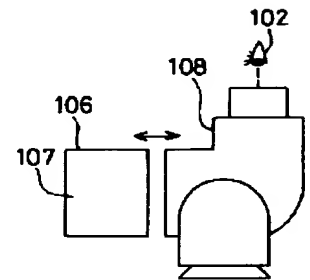
【図 9】



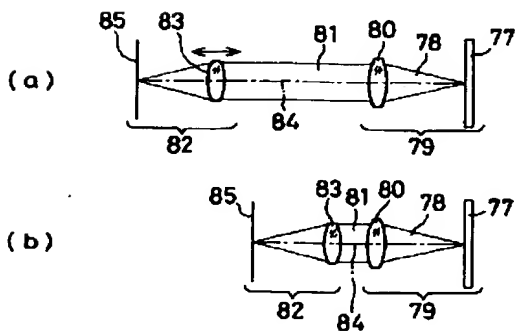
【図 10】



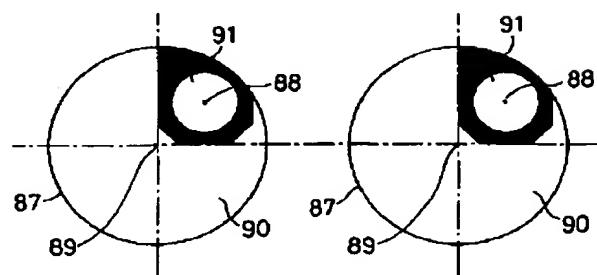
【図 11】



【図 12】

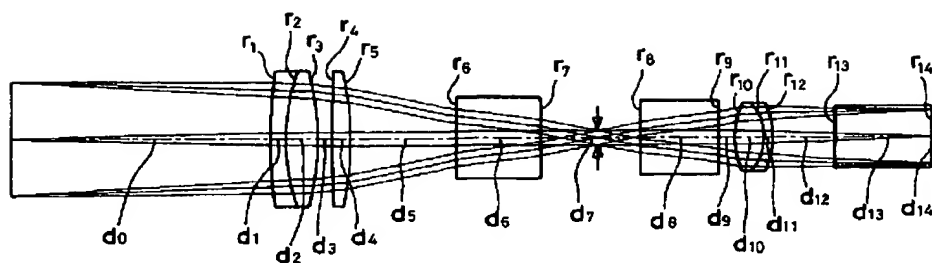


【図 13】

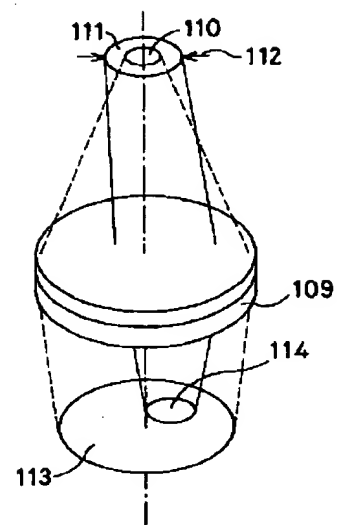




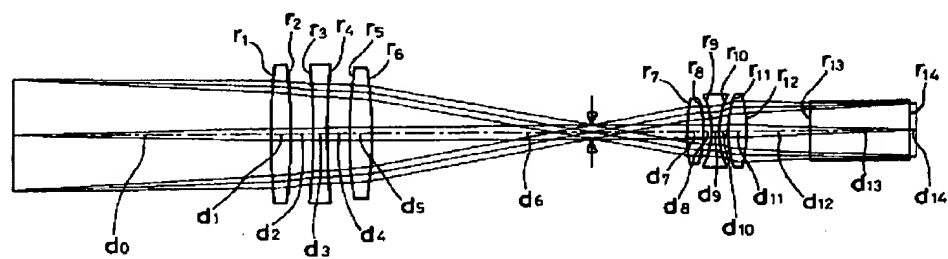
【☒ 1 3】



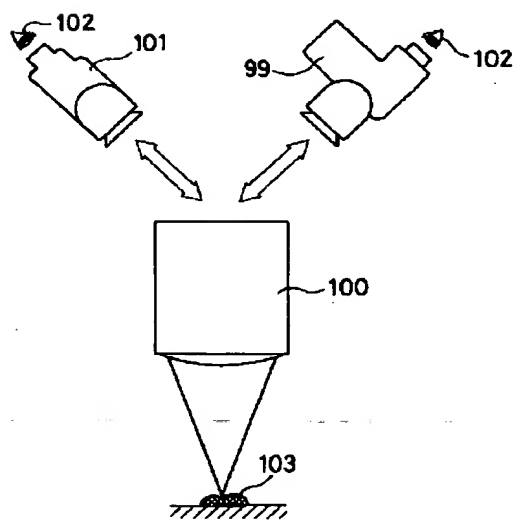
【图 2 3】



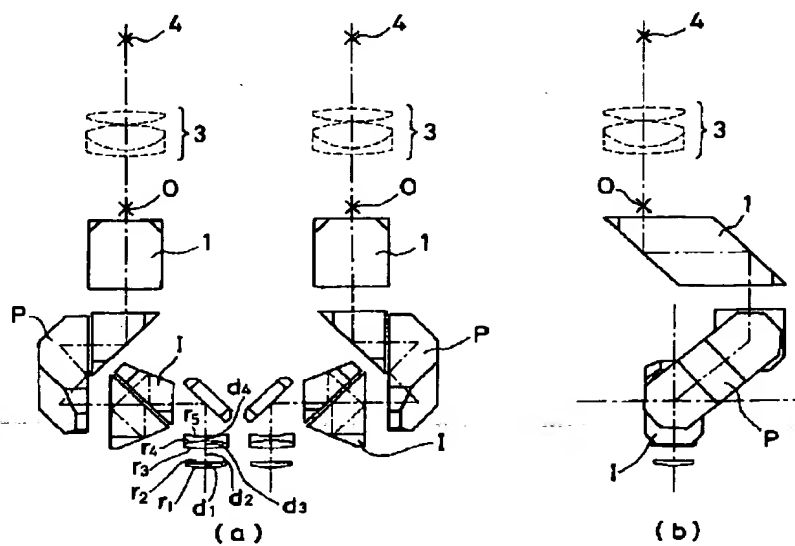
【图 14】



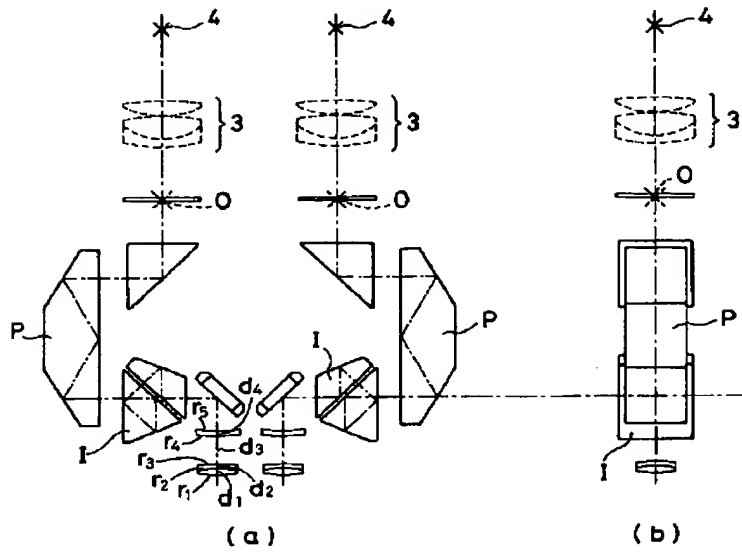
【图 17】



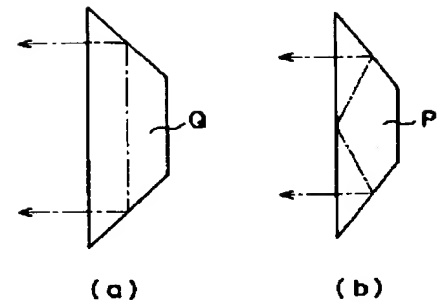
【図 20】



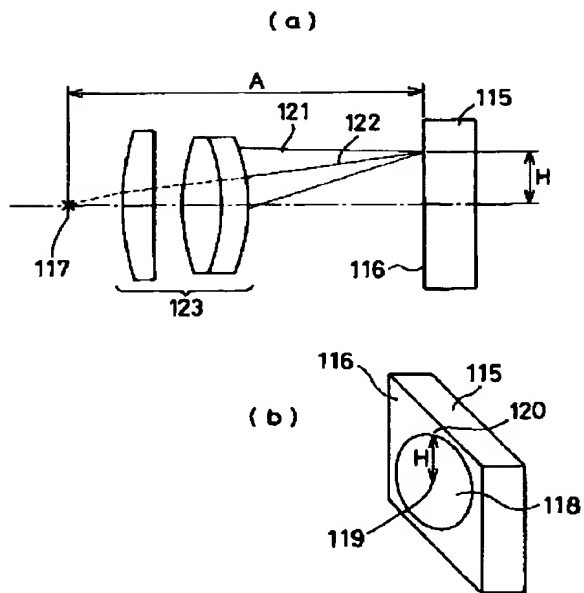
【図 21】



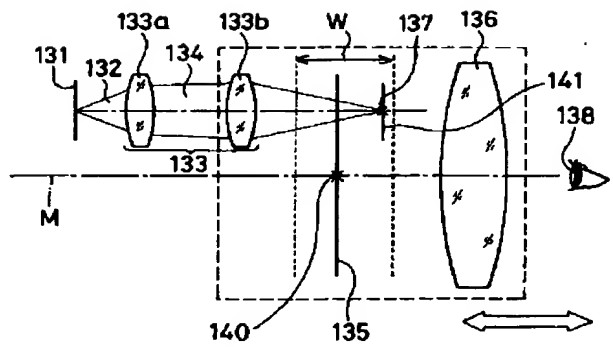
【図 22】



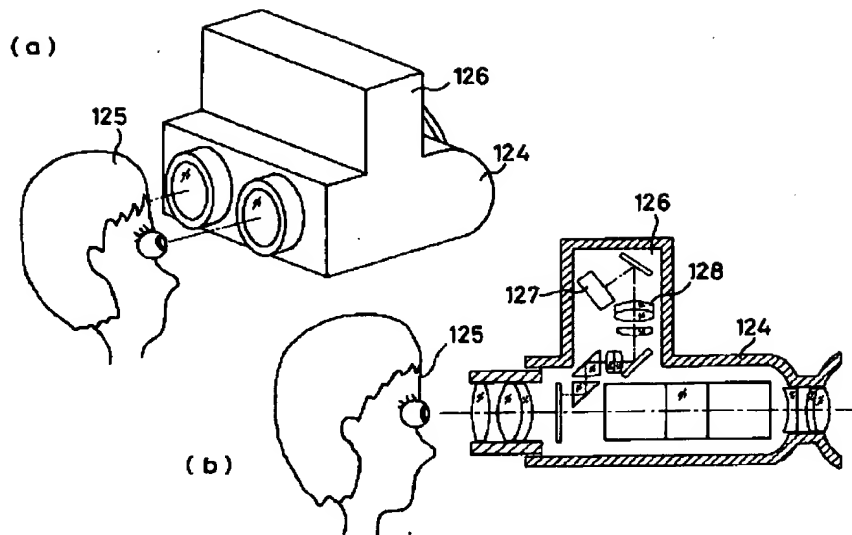
【図 24】



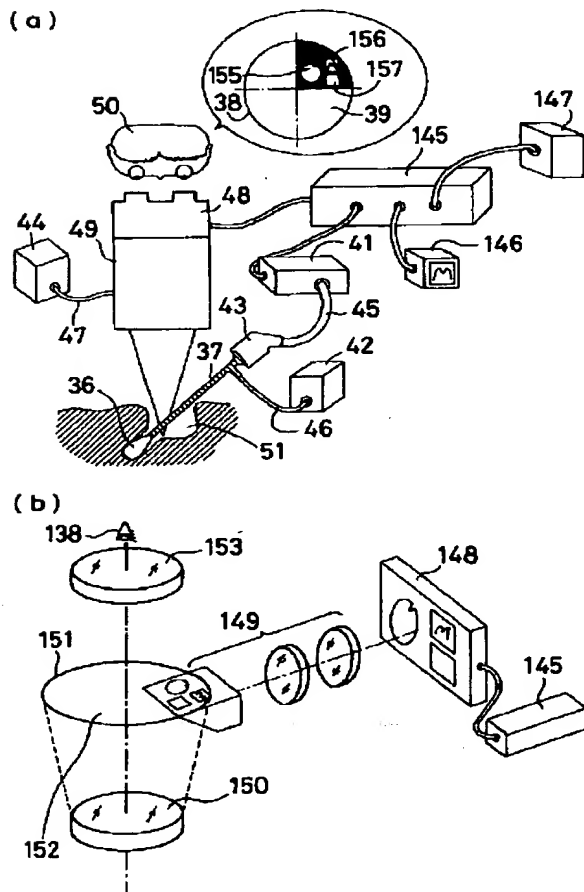
【図 26】



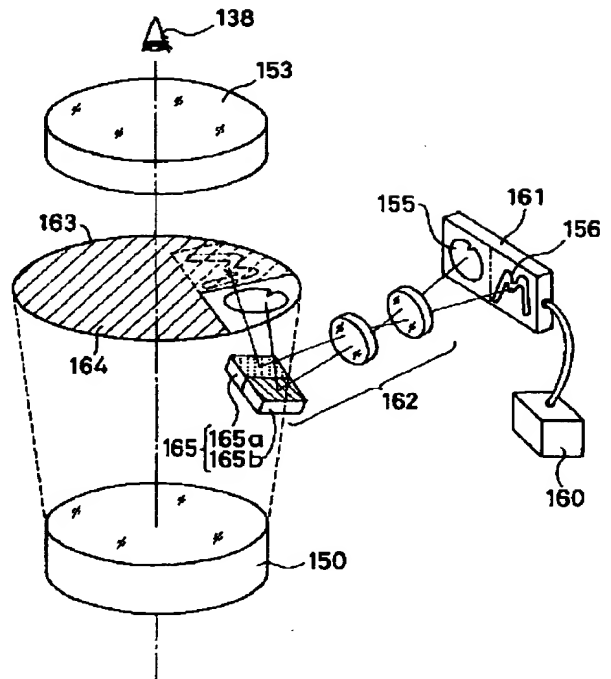
【図 25】



【図 27】



【図 28】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 23/26

識別記号

F I

G 0 2 B 23/26

D